



TUGAS AKHIR (RC-14-1510)

**APLIKASI *SOFTWARE* FLO-2D UNTUK
PEMBUATAN PETA GENANGAN DAS GURING,
BANJARMASIN**

**DEVY AMALIA
NRP 3113 100 043**

**Dosen Pembimbing :
Dr. Techn. Umboro Lasminto, S.T.,M.Sc.**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT (RC-14-1510)

**FLO-2D SOFTWARE APPLICATION FOR
INUNDATION MAP OF GURING WATERSHED,
BANJARMASIN**

**DEVY AMALIA
NRP 3113 100 043**

**Supervisor :
Dr. Techn. Umboro Lasminto, S.T.,M.Sc.**

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institute Technology of Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

**APLIKASI *SOFTWARE* FLO-2D UNTUK PEMBUATAN
PETA GENANGAN DAS GURING, BANJARMASIN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Hidroteknik
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

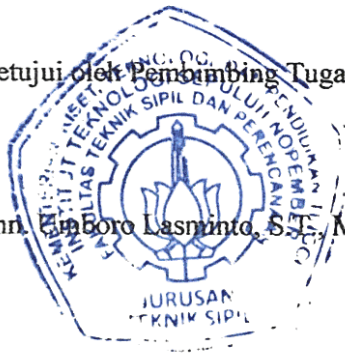
Oleh:

DEVY AMALIA

NRP. 3113 100 043

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Techn. Emboro Lasminato, S.T., M.Sc.



SURABAYA

Januari, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

APLIKASI SOFTWARE FLO-2D UNTUK PEMBUATAN PETA GENANGAN DAS GURING, BANJARMASIN

Nama Mahasiswi : Devy Amalia
NRP : 3113100043
Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Techn. Umboro Lasminto, ST., M.Sc.

Abstrak

Genangan adalah peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan. Genangan dapat memberikan dampak pada kerusakan infrastruktur kota, sehingga memerlukan biaya rehabilitasi yang cukup besar. Oleh karena itu, perlu adanya sistem pemodelan genangan menggunakan komputer di suatu kota untuk mengetahui sebaran titik – titik yang berpotensi tinggi terjadi genangan. FLO – 2D merupakan model penelusuran genangan yang mensimulasikan aliran saluran dan aliran permukaan bebas yang mampu menggabungkan komponen 1 dimesi (1D) dan 2 dimensi (2D) untuk mendapatkan informasi kedalaman genangan serta memfokuskan pada pemetaan genangan sungai maupun genangan air permukaan. Sungai Guring, sebagai salah satu sungai yang berada pada Banjarmasin Tengah, digunakan sebagai objek studi dalam simulasi Flo-2D ini.

Dalam tugas akhir ini, dilakukan analisis peta menggunakan data peta topografi untuk menentukan batas DAS Guring. Analisis hidrologi menggunakan data curah hujan untuk mendapatkan hujan rencana dan hidrograf inflow. Analisis hidrolika menggunakan data penampang sungai existing. Hasil dari analisis tersebut akan dimasukkan kedalam program FLO-2D sebagai input data.

Terdapat 5 alternatif pemodelan yang dapat dilakukan menggunakan data yang diperoleh yakni: Pemodelan 1,

menggunakan data hujan ; Pemodelan 2, menggunakan data hujan, penampang saluran, dan tanpa data pasang surut ; Pemodelan 3, menggunakan data hujan, penampang saluran, dan dengan data pasang surut ; Pemodelan 4, menggunakan hidrograf inflow, penampang saluran, dan tanpa data pasang surut ; Pemodelan 5, menggunakan hidrograf inflow, penampang saluran, dan dengan data pasang surut. Berdasarkan hasil proses simulasi FLO-2D, pemodelan 3 merupakan pemodelan yang paling cocok dijadikan sebagai peta genangan DAS Guring karena menghasilkan plot grid element maximum flow velocity dan bentuk grafik maximum water surface elevation yang realistis dengan menggambarkan adanya pengaruh pasang surut dan tidak adanya pengaruh boundary hulu dan hilir. Mayoritas pemodelan memiliki kedalaman maksimum genangan yang terkonsentrasi pada sungai/saluran.

Kata kunci : DAS Guring, FLO-2D Software, Peta Genangan.

FLO-2D SOFTWARE APPLICATION FOR INUNDATION MAP OF GURING WATERSHED, BANJARMASIN

Student Name : Devy Amalia
NRP : 3113100043
Department : Teknik Sipil FTSP-ITS
Supervisor : Dr. Techn. Umboro Lasminto, ST., M.Sc.

Abstract

Inundation is an event that occurs when the flow of excess water, swamp mainland. It could have an impact on city infrastructure damage, so it requires a pretty much high of rehabilitation cost. Therefore, the city needs an inundation modeling system using a computer, to find out the distribution points which has high-potential occurs of inundation. FLO - 2D is a basic flood routing model that simulates channel flow and unconfined floodplain surface, which is able to combine components of one dimension (1D) and two-dimensional (2D), to obtain information of inundation depth and inundation mapping focusing on rivers and unconfined land. Guring river, as one of the rivers that are in the Central Banjarmasin, used as an object of study in simulation Flo-2D.

In this final project, an analysis of maps using topographic map data to determine the watersheds of Guring while hydrological analysis using rainfall data to get rainfall-return of periods and inflow hydrograph also hydraulics analysis using existing cross-section of the river data. The results of the analysis will be incorporated into the FLO-2D program as input data.

There are five alternative modeling can be performed using data obtained are: Modelling 1, using rainfall data; Modelling 2, using rainfall data, cross-section of the channel, and no tide data; Modelling 3, using rainfall data, cross-section of the

channel, and tide data; Modelling 4, using the inflow hydrograph, a cross-channel, and no tide data; Modelling 5, using the inflow hydrograph, cross-section of the channel, and tide data. Based on the results of the simulation process FLO-2D, modelling 3 is the most suitable model as inundation map watershed Guring because its results of plot grid elements maximum flow velocity and the shape of the graph maximum water surface elevation is realistic, to describe the influence of tides and no influence of boundary upstream and downstream. The majority modelling have a maximum depth of inundation concentrated on the channel.

Keywords : FLO-2D Software, Guring Watershed, Inundation Map.

Kata Pengantar

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena hanya atas pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulisan tugas akhir dapat selesai bukan semata karena penulis saja, tetapi juga karena adanya bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar – besarnya kepada :

1. Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya yang dilimpahkan kepada penulis.
2. Kedua orang tua penulis yang tidak hentinya memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
3. Dr. Techn. Umboro Lasminto S.T, M.Sc., selaku dosen pembimbing I tugas akhir yang telah memberikan bimbingan terbaik sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
4. Sintya Maghfira Ismawati dan Rachmatika Nurita yang telah banyak membantu memberikan masukan, saran, dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Suku Air CEITS, yang telah memberikan banyak informasi terkait materi yang dibutuhkan selama penyelesaian tugas akhir ini.
6. Muhammad Ivan Adi Perdana yang telah memberikan dukungan dukungan dan semangat selama masa-masa kuliah.
7. Rekan – rekan mahasiswa Teknik Sipil ITS, khususnya angkatan 2013, yang senantiasa membantu penulis di saat kesulitan.
8. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini mungkin masih banyak terdapat kekurangan dan

kesalahan, oleh sebab itu kritik dan saran dari berbagai pihak akan sangat membantu dalam penyempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi siapapun yang membutuhkan.

Surabaya, Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan.....	v
Abstrak Bahasa Indonesia	vii
Abstrak Bahasa Inggris	ix
Kata Pengantar	xi
Daftar Isi	xiii
Daftar Tabel	xix
Daftar Gambar	xxiii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Lokasi Studi.....	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Analisis Hidrologi	5
2.1.1 Analisis Hujan Rencana	5
2.1.1.1 Metode Gumbel Tipe I.....	5

2.1.1.2 Metode Log Pearson III	10
2.1.1.3 Uji Sebaran Data Chi-Square.....	12
2.1.1.4 Uji Sebaran Data Smirnov-Kolmogorov	14
2.1.2 Analisis Hidrograf	16
2.1.3 Pasang Surut	19
2.2 Flo-2D Software	19
2.2.1 FLO-2D: Teori Model.....	20
2.2.2 FLO-2D: Sistem Model	23
2.2.2.1 Asumsi dasar yang digunakan	23
2.2.2.2 Variabilitas Parameter.....	23
2.2.2.3 Kontrol Inflow dan Outflow	25
2.2.3 Hazard Map	25
BAB III	29
METODOLOGI	29
3.1 Studi Literatur.....	29
3.2 Pengumpulan Data.....	29
3.3 Analisis Input Data Flo-2D	30
3.3.1 Analisis Peta	30
3.3.2 Analisis Hidrologi	30
3.3.2.1 Data Curah Hujan	30
3.3.2.2 Hidrograf Inflow	31
3.3.2.3 Data Pasang Surut Sungai Martapura	31

3.3.3	Analisis Hidrolika.....	31
3.4	Kesimpulan.....	31
3.5	<i>FLOWCHART</i>	32
BAB IV	.....	35
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	35
4.1	Analisis Hidrologi	35
4.1.1	Perhitungan Hujan Rencana.....	35
4.1.1.1	Metode Distribusi Gumbel Tipe I.....	36
4.1.1.2	Metode Log Pearson Tipe III.....	37
4.1.1.3	Uji Kecocokan Chi-Square	40
4.1.1.4	Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov	42
4.1.2	Perhitungan Hidrograf	44
4.2	Analisis Hidrolika.....	49
4.3	<i>FLO-2D Grid Developer System Model</i>	51
4.3.1	<i>Topografi Input</i>	52
4.3.1.1	<i>Dari AutoCad File Formats</i>	52
4.3.1.2	<i>Dari DTM File Formats</i>	59
4.3.2	<i>Hidrolika Input</i>	63
4.3.3	<i>Hidrologi Input</i>	75
4.3.3.1	Pemodelan 1: Menggunakan Data Hujan	75
4.3.3.2	Pemodelan Data Hujan dan Hidrolika	82
4.3.3.3	Pemodelan <i>Inflow Hydrograph</i> dan Hidrolika.....	89

4.3.4	<i>Troubleshooting Hasil Simulasi Flo.exe</i>	97
4.4	Flo-2D Mapper	100
4.4.1	Hasil Pemodelan 1: Menggunakan Data Hujan	102
4.4.1.1	<i>Plot Maximum Flow Depth</i>	103
4.4.1.2	<i>Plot Maximum Velocity</i>	108
4.4.1.3	<i>Hazard Map</i>	109
4.4.2	Pemodelan 2: menggunakan data hujan, penampang saluran, dan tanpa data pasang surut	110
4.4.2.1	<i>Plot Maximum Flow Depth</i>	111
4.4.2.2	<i>Plot Maximum Velocity</i>	119
4.4.2.3	<i>Hazard Map</i>	122
4.4.3	Pemodelan 3: menggunakan data hujan, penampang saluran, dan dengan data pasang surut	122
4.4.3.1	<i>Plot Maximum Flow Depth</i>	123
4.4.3.2	<i>Plot Maximum Velocity</i>	131
4.4.3.3	<i>Hazard Map</i>	133
4.4.4	Pemodelan 4: menggunakan hidrograf inflow, penampang saluran, dan tanpa data pasang surut	134
4.4.4.1	<i>Plot Maximum Flow Depth</i>	135
4.4.4.2	<i>Plot Maximum Velocity</i>	142
4.4.4.3	<i>Hazard Map</i>	145
4.4.5	Pemodelan 5: menggunakan hidrograf inflow, penampang saluran, dan dengan data pasang surut	145

4.4.5.1	<i>Plot Maximum Flow Depth</i>	146
4.4.5.2	<i>Plot Maximum Velocity</i>	154
4.4.5.3	<i>Hazard Map</i>	157
4.4.6	Perbandingan Hasil Alternatif Pemodelan.....	157
BAB V	.....	161
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	161
5.1	Kesimpulan.....	161
5.2	Saran.....	163
DAFTAR PUSTAKA	.....	165
LAMPIRAN	.....	167
BIOGRAFI PENULIS	.....	182

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hubungan Periode Ulang (T) dengan Reduksi Variat dari Variabel (Y).....	6
Tabel 2.2	Nilai Variabel Reduksi Gumbel.....	7
Tabel 2.3.	Hubungan Reduksi Variat Rata-Rata (Yn) dengan Jumlah Data (n).....	8
Tabel 2.4.	Hubungan Deviasi Standar dari Reduksi Variat (Sn) dengan Jumlah Data (n)	9
Tabel 2.5.	Nilai k Distribusi Pearson Tipe III.....	11
Tabel 2.6.	Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Square	14
Tabel 2.7.	Nilai Kritis Do untuk Uji Smirnov Kolmogorov	16
Tabel 2.8.	<i>Initial Abstraction</i>	24
Tabel 2.9	<i>Flood Hazard Definition</i>	26
Tabel 2.10	Definisi Intensitas Banjir Air	27
Tabel 4.1	Data Hujan R Maksimum	35
Tabel 4.2	Perhitungan Distribusi Gumbel Tipe I.....	37
Tabel 4.3	Perhitungan Log Pearson Tipe III.....	39
Tabel 4.4	Nilai Hujan Rencana Periode Ulang T.....	40
Tabel 4.5	Perhitungan Batas Setiap Grup	41
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Chi-Square	41
Tabel 4.7.	Hasil Perhitungan Smirnov – Kolmogorov.....	43
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu.....	45

Tabel 4.9	Perhitungan Sebaran Hujan Jam-Jaman.....	46
Tabel 4.10	Perhitungan Nisbah Hujan Jam-Jaman	47
Tabel 4.11	Perhitungan Hidrograf Banjir Rancangan Nakayasu Periode Ulang 10 Tahun	48
Tabel 4.12	Dimensi Penampang <i>Rectangular</i> Sungai	50
Tabel 4.13	Dimensi <i>Channel</i>	66
Tabel 4.14	Pembagian <i>Section Channel</i> Pada <i>Grid</i>	67
Tabel 4.15	<i>Right bank Grid Element Number</i>	68
Tabel 4.16	Data Pasang Surut Sungai Martapura	85
Tabel 4.17	<i>Simulation Summary Problems</i>	98
Tabel 4.18	Potongan Melintang Pemodelan 1	107
Tabel 4.19	Potongan Memanjang Pemodelan 1.....	107
Tabel 4.20	Potongan Melintang Permodelan 2.....	114
Tabel 4.21	Potongan Memanjang Permodelan 2	114
Tabel 4.22	CHANSTAWS.OUT Pemodelan 2.....	117
Tabel 4.23	VELTIMEC.OUT Pemodelan 2	121
Tabel 4.24	Potongan Melintang Pemodelan 3	127
Tabel 4.25	Potongan Memanjang Pemodelan 3.....	127
Tabel 4.26	CHANSTAWS.OUT Pemodelan 3.....	129
Tabel 4.27	VELTIMEC.OUT Pemodelan 3	132
Tabel 4.28	Potongan Melintang Pemodelan 4	138

Tabel 4.29	Potongan Memanjang Pemodelan 4.....	138
Tabel 4.30	CHANSTAWS.OUT Pemodelan 4.....	140
Tabel 4.31	VELTIMEC.OUT Pemodelan 4	144
Tabel 4.32	Potongan Melintang Pemodelan 5	150
Tabel 4.33	Potongan Memanjang Pemodelan 5.....	150
Tabel 4.34	CHANSTAWS.OUT Pemodelan 5.....	152
Tabel 4.35	VELTIMEC.OUT Pemodelan 5	156

“halaman ini sengaja dikosongkan”

Daftar Gambar

Gambar 1.1.	Lokasi Studi Sungai Guring.....	3
Gambar 2.1.	<i>Discharge Flux Grid Boundaries</i>	22
Gambar 2.2.	Hubungan Periode Ulang dengan Intensitas Kejadian.....	26
Gambar 3.1.	<i>Flowchart</i> Pengerjaan Tugas Akhir.....	33
Gambar 4.1	Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu.	46
Gambar 4.2	Hidrograf Banjir Rancangan Nakayasu Periode Ulang 10 Tahun	49
Gambar 4.3	Potongan Melintang Hulu Sungai Guring	50
Gambar 4.4	Potongan Melintang Hilir Sungai Guring	50
Gambar 4.5	Peta Topografi DAS Guring	53
Gambar 4.6	<i>Dialog Box Region</i>	54
Gambar 4.7	Peta Topografi Pada Aplikasi GDS	54
Gambar 4.8	<i>Dialog Box Grid Element Size</i>	55
Gambar 4.9	DAS Guring dengan Ukuran <i>Grid</i> 15 Meter .	55
Gambar 4.10	<i>Computational Area</i> Sungai Guring	56
Gambar 4.11	<i>Window Program Dxf2xyz 2.0</i>	57
Gambar 4.12	<i>Select Elevation Files</i>	57
Gambar 4.13	<i>Dialog Box Grid Element Elevation Interpolation</i>	58
Gambar 4.14	<i>Dialog Box Non-Interpolated Grid Elements</i>	58

Gambar 4.15	Hasil <i>Grid Element Elevation Rendering</i> tipe Solid	59
Gambar 4.16	Proses Konversi .XYZ ke .PTS	60
Gambar 4.17	<i>Dialog Box Region Limits</i>	61
Gambar 4.18	<i>Dialog Box DTM Elevation Points</i>	61
Gambar 4.19	Peta Topografi File Format .PTS Pada Flo-2D GDS	61
Gambar 4.20	<i>Grid dan Computational Area Input File Format .PTS</i>	62
Gambar 4.21	<i>Dialog Box Parameter Interpolasi Elevasi Input File Format .PTS</i>	63
Gambar 4.22	<i>Left bank/Channel Segment Polyline</i>	64
Gambar 4.23	Perbedaan <i>Left bank</i> Dan <i>Right bank</i> Pada GDS	64
Gambar 4.24	<i>Dialog Box Channel Segment</i>	65
Gambar 4.25	<i>Dialog Box Channel Geometry</i> Pada <i>Channel Segment</i>	66
Gambar 4.26	<i>Channel Geometry</i> Telah Dimasukkan.....	69
Gambar 4.27	<i>Dialog Box Validate Channel Segment Variables</i>	69
Gambar 4.28	<i>Left bank</i> dan <i>Right bank</i> Telah Dimasukkan 70	
Gambar 4.29	<i>Dialog Box Flo-2D Control Variables</i> untuk <i>Main Channel</i>	70
Gambar 4.30	<i>Dialog Box Run PROFILES Program</i>	71

Gambar 4.31	<i>Window Program PROFILES</i>	71
Gambar 4.32	Hasil Plot / Grafik <i>Channel Bed Profile</i>	72
Gambar 4.33	<i>Channel Bed Profile</i> Untuk Elemen <i>Grid</i> Nomer 284-92	72
Gambar 4.34	<i>Dialog Box Edit Channel Bed Elevation</i>	73
Gambar 4.35	Interpolasi Kemiringan Dasar Saluran dari Hulu ke Hilir.....	74
Gambar 4.36	Hasil Interpolasi Kemiringan Dasar Saluran (<i>Channel Bed Profile</i>).....	74
Gambar 4.37	<i>Dialog Box Replace File FPLAIN.DAT dan CHAN.DAT</i>	74
Gambar 4.38	<i>Select Outflow Grid Elements</i>	75
Gambar 4.39	<i>Dialog Box In/Out Condition</i>	76
Gambar 4.40	Elemen <i>Outflow</i> telah Dimasukkan	76
Gambar 4.41	<i>Dialog Box Rainfall Variables</i>	77
Gambar 4.42	Program <i>Rain Editor</i>	77
Gambar 4.43	<i>Dialog Box Rainfall Distribution Option</i>	78
Gambar 4.44	Grafik Distribusi NRCS Tipe II-75	79
Gambar 4.45	Dialog Box untuk Memuat Data Distribusi Hujan NRCS Tipe II-75 pada GDS	79
Gambar 4.46	<i>Rain Time and Distribution Kolom</i> telah Terisi	79
Gambar 4.47	<i>Dialog Box Flo-2D Control Variables</i> untuk <i>Rainfall</i>	81

Gambar 4.48	<i>Running Pemodelan 1 Program Telah Selesai</i>	81
Gambar 4.49	<i>Dialog Box Flo-2D Components</i>	82
Gambar 4.50	<i>Dialog Box Flo-2D Control Variables Untuk Rainfall dan Main Channel Tanpa Data Pasang Surut</i>	83
Gambar 4.51	<i>Running Pemodelan 2 Program Telah Selesai</i>	84
Gambar 4.52	<i>Select Outflow Grid Element</i>	85
Gambar 4.53	<i>Dialog Box In/Out Condition Untuk Outflow Element With Stage Time And Free Floodplain And Channel</i>	87
Gambar 4.54	<i>Dialog Box Stage-Time Table</i>	87
Gambar 4.55	<i>Grafik Data Pasang Surut Dari Tabel Stage-Time</i> 87	
Gambar 4.56	<i>Dialog Box In/Out Condition Untuk Data Pasang Surut yang Telah Tersimpan</i>	88
Gambar 4.57	<i>Dialog Box Flo-2D Control Variables Untuk Rainfall dan Main Channel Dengan Data Pasang Surut</i>	89
Gambar 4.58	<i>Running Pemodelan 3 Program Telah Selesai</i>	89
Gambar 4.59	<i>Dialog Box Flo-2D Components</i>	90
Gambar 4.60	<i>Select Inflow Grid Element</i>	91
Gambar 4.61	<i>Dialog Box In/Out Condition Untuk Inflow Element With Hydrograph</i>	92
Gambar 4.62	<i>Dialog Box Tabel Hidrograf</i>	92

Gambar 4.63	Hidrograf Banjir Rencana 10 Tahunan Metode Nakyasu	93
Gambar 4.64	<i>Dialog Box In/Out Condition</i> Untuk Data Hidrograf <i>Inflow</i> yang Telah Tersimpan	94
Gambar 4.65	<i>Dialog Box Flo-2D Control Variables</i> untuk <i>Main Channel</i> Dengan Data Hidrograf <i>Inflow</i> , Tanpa Pasang Surut	94
Gambar 4.66	<i>Running</i> Pemodelan 4 Program Telah Selesai	95
Gambar 4.67	<i>Dialog Box Flo-2D Components</i>	96
Gambar 4.68	<i>Dialog Box Flo-2D Control Variables</i> untuk <i>Main Channel</i> Dengan Data Hidrograf <i>Inflow</i> , Dengan Pasang Surut	96
Gambar 4.69	<i>Running</i> Program Pemodelan 5 Telah Selesai	97
Gambar 4.70	<i>Window Flo-2D Mapper</i>	102
Gambar 4.71	Plot <i>Ground Surface Elevation</i> Pemodelan 1	103
Gambar 4.72	Plot <i>Maximum Flow Depth</i> Pemodelan 1	103
Gambar 4.73	Detail Penggambaran Poligon Pemodelan 1..	104
Gambar 4.74	<i>Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation</i> Pemodelan 1. (a) <i>Max Flow Depth</i> Potongan Melintang Poligon. (b) <i>Max Flow Depth</i> Potongan Memanjang Poligon.....	105
Gambar 4.75	<i>Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation</i> Pemodelan 1. (a) <i>Surface Elevation</i> Potongan Melintang Poligon. (b) <i>Surface Elevation</i> Potongan Memanjang Poligon	106

Gambar 4.76	<i>Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation Pemodelan 1. (a) Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation Potongan Melintang Poligon. (b) Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation Potongan Memanjang Poligon.....</i>	106
Gambar 4.77	<i>Grid Element Maximum Velocity Floodplain Pemodelan 1</i>	108
Gambar 4.78	<i>Grid Element Maximum Velocity (Vector) Pemodelan 1</i>	109
Gambar 4.79	<i>Dialog Box Hazard Map Intensities</i>	109
Gambar 4.80	<i>Hazard Map Pemodelan 1.....</i>	110
Gambar 4.81	<i>Plot Ground Surface Elevation Pemodelan 2</i>	110
Gambar 4.82	<i>Plot Final Floodplain Flow Depth Pemodelan 2</i>	111
Gambar 4.83	<i>Plot Maximum Flow Depth Pemodelan 2.....</i>	112
Gambar 4.84	<i>Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation Pemodelan 2. (a) Max Flow Depth Potongan Melintang Poligon. (b) Max Flow Depth Potongan Memanjang Poligon.....</i>	112
Gambar 4.85	<i>Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation Pemodelan 2. (a) Surface Elevation Potongan Melintang Poligon. (b) Surface Elevation Potongan Memanjang Poligon</i>	113
Gambar 4.86	<i>Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation Pemodelan 2. (a) Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation Potongan Melintang Poligon. (b) Ground Surface Elevation</i>	

	<i>Plus Max Flow Elevation Potongan Memanjang Poligon.....</i>	<i>113</i>
Gambar 4.87	<i>Window PROFILES.....</i>	<i>116</i>
Gambar 4.88	<i>Dialog Box Water Surface And Channel Bed Profiles.....</i>	<i>116</i>
Gambar 4.89	<i>Grafik Channel Bed dan Maximum Water Surface Elevation Pemodelan 2</i>	<i>116</i>
Gambar 4.90	<i>Dialog Box Created CHANSTAWS.OUT</i>	<i>117</i>
Gambar 4.91	<i>Grid Element Maximum Velocity Floodplain Pemodelan 2</i>	<i>119</i>
Gambar 4.92	<i>Grid Element Maximum Velocity (Vector) Pemodelan 2</i>	<i>120</i>
Gambar 4.93	<i>Grid Element Max Channel Flow Velocity Pemodelan 2</i>	<i>120</i>
Gambar 4.94	<i>Hazard Map Pemodelan 2</i>	<i>122</i>
Gambar 4.95	<i>Plot Ground Surface Elevation Pemodelan 3</i>	<i>123</i>
Gambar 4.96	<i>Plot Final Floodplain Flow Depth Pemodelan 3</i>	<i>124</i>
Gambar 4.97	<i>Plot Maximum Flow Depth Pemodelan 3</i>	<i>124</i>
Gambar 4.98	<i>Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation Pemodelan 3. (a) Max Flow Depth Potongan Melintang Poligon. (b) Max Flow Depth Potongan Memanjang Poligon.....</i>	<i>125</i>
Gambar 4.99	<i>Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation Pemodelan 3. (a) Surface Elevation Potongan Melintang Poligon. (b) Surface Elevation Potongan Memanjang Poligon</i>	<i>125</i>

Gambar 4.100	<i>Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation</i> Pemodelan 3. (a) <i>Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation</i> Potongan Melintang Poligon. (b) <i>Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation</i> Potongan Memanjang Poligon.....	126
Gambar 4.101	Grafik <i>Channel Bed</i> dan <i>Maximum Water Surface Elevation</i> Pemodelan 3	128
Gambar 4.102	<i>Grid Element Maximum Velocity Floodplain</i> Pemodelan 3	131
Gambar 4.103	<i>Grid Element Maximum Velocity (Vector)</i> Pemodelan 3	131
Gambar 4.104	<i>Grid Element Max Channel Flow Velocity</i> Pemodelan 3	132
Gambar 4.105	<i>Hazard Map</i> Permodelan 3.....	134
Gambar 4.106	<i>Plot Ground Surface Elevation</i> Pemodelan 4	134
Gambar 4.107	<i>Plot Final Floodplain Flow Depth</i> Pemodelan 4	135
Gambar 4.108	<i>Plot Maximum Flow Depth</i> Pemodelan 4.....	136
Gambar 4.109	<i>Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation</i> Pemodelan 4. (a) <i>Max Flow Depth</i> Potongan Melintang Poligon. (b) <i>Max Flow Depth</i> Potongan Memanjang Poligon.....	136
Gambar 4.110	<i>Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation</i> Pemodelan 4. (a) <i>Surface Elevation</i> Potongan Melintang Poligon. (b) <i>Surface Elevation</i> Potongan Memanjang Poligon	137

Gambar 4.111	<i>Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation</i> Pemodelan 4. (a) <i>Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation</i> Potongan Melintang Poligon. (b) <i>Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation</i> Potongan Memanjang Poligon.....	137
Gambar 4.112	Grafik <i>Channel Bed dan Maximum Water Surface Elevation</i> Pemodelan 4	139
Gambar 4.113	<i>Grid Element Maximum Velocity Floodplain</i> Pemodelan 4	142
Gambar 4.114	<i>Grid Element Maximum Velocity Floodplain</i> Pemodelan 4	143
Gambar 4.115	<i>Grid Element Max Channel Flow Velocity</i> Pemodelan 4	143
Gambar 4.116	<i>Hazard Map</i> Pemodelan 4	145
Gambar 4.117	<i>Plot Ground Surface Elevation</i> Pemodelan 5	146
Gambar 4.118	<i>Plot Final Floodplain Flow Depth</i> Pemodelan 5	147
Gambar 4.119	<i>Plot Maximum Flow Depth</i> Pemodelan 5	147
Gambar 4.120	<i>Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation</i> Pemodelan 5. (a) <i>Max Flow Depth</i> Potongan Melintang Poligon. (b) <i>Max Flow Depth</i> Potongan Memanjang Poligon.....	148
Gambar 4.121	<i>Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation</i> Pemodelan 4. (a) <i>Surface Elevation</i> Potongan Melintang Poligon. (b) <i>Surface Elevation</i> Potongan Memanjang Poligon	148

Gambar 4.122	<i>Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation Pemodelan 5. (a) Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation Potongan Melintang Poligon. (b) Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation Potongan Memanjang Poligon.....</i>	149
Gambar 4.123	<i>Grafik Channel Bed dan Maximum Water Surface Elevation Pemodelan 5</i>	151
Gambar 4.124	<i>Grid Element Maximum Velocity Floodplain Pemodelan 5</i>	154
Gambar 4.125	<i>Grid Element Maximum Velocity Floodplain Pemodelan 5</i>	155
Gambar 4.126	<i>Grid Element Max Channel Flow Velocity Pemodelan 5</i>	155
Gambar 4.127	<i>Hazard Map Pemodelan 5</i>	157

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Genangan adalah peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan. Genangan diakibatkan oleh volume air di suatu badan air seperti sungai atau danau yang meluap atau menjebol bendungan sehingga air keluar dari batasan alaminya. Volume air tersebut dapat berupa masuknya pasang laut atau limpasan air hujan dari suatu daerah aliran sungai. Salah satu penyebab genangan adalah perubahan fungsi lahan yang dulunya merupakan daerah resapan air menjadi kawasan perumahan / industri karena tuntutan perkembangan zaman. Kota Banjarmasin misalnya, seiring dengan meningkatnya laju pertumbuhan penduduk dan aktivitasnya, kualitas sungai secara fisik mulai terus mengalami penurunan. Hal ini dibuktikan dari data pada tahun 1997, kota Banjarmasin memiliki 117 sungai dan kemudian menyusut menjadi 70 sungai saja pada tahun 2002. Beberapa anak sungai, seperti Sungai Guring (sungai yang berada pada Banjarmasin Tengah), juga kurang berfungsi akibat endapan lumpur, sampah dan gulma yang menutup anak sungai karena adanya pemukiman liar di bantaran sungai sehingga aliran kurang lancar dan menyebabkan terjadinya potensi genangan. Genangan yang terjadi, mengakibatkan kerusakan fisik secara permanen maupun temporal di beberapa infrastruktur pendukung di wilayah kota Banjarmasin seperti jembatan, bangunan, sistem selokan bawah tanah, dan jalan raya.

Dikarenakan dampak yang diberikan genangan air memerlukan biaya cukup besar untuk rehabilitasi, maka perlu adanya sistem pemodelan genangan menggunakan komputer di suatu kota untuk mengetahui sebaran titik – titik yang berpotensi tinggi terjadi genangan. Sistem permodelan genangan tersebut telah dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir, yaitu model 1 dimensi (1D) dan model 2 dimensi (2D). Permodelan genangan menggunakan 1D memiliki kekurangan yakni hanya mengukur

kedalaman genangan pada suatu potongan saluran saja (sumbu y). Lain halnya, 2D yang mampu mengukur kedalaman, kecepatan, dan arah arus genangan di sepanjang dataran genangan (sumbu y dan x). FLO – 2D merupakan model penelusuran genangan yang mensimulasikan aliran saluran dan aliran permukaan bebas dalam topografi yang kompleks. FLO – 2D ini mampu menggabungkan komponen 1D dan 2D untuk mendapatkan informasi kedalaman genangan dan memfokuskan pada pemetaan genangan sungai maupun genangan air permukaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut rumusan masalah yang didapatkan dari latar belakang yang telah disebut diatas :

1. Bagaimana pendekatan pemodelan aliran 2D dalam software Flo-2D?
2. Bagaimana alternatif permodelan aliran 2D dengan software Flo-2D?
3. Bagaimana perbandingan hasil alternatif pemodelan aliran dengan Flo-2D?
4. Bagaimana menampilkan hasil permodelan 2D dan menggunakannya untuk membuat peta genangan DAS Guring?

1.3 Tujuan

Dari rumusan masalah tersebut, dibuatkan tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini yakni sebagai berikut :

1. Mengetahui pendekatan pemodelan aliran 2D dalam software Flo-2D
- 1 Mengetahui alternatif permodelan aliran 2D dengan software Flo-2D
- 2 Mengetahui perbandingan hasil alternatif pemodelan aliran dengan Flo-2D
- 3 Mengetahui cara menampilkan hasil permodelan 2D dan menggunakannya untuk membuat peta genangan DAS Guring

1.4 Manfaat

Tugas Akhir ini diharapkan mampu menambah basis data sistem informasi daerah potensi genangan kota Banjarmasin untuk DAS Guring dan menjadi bahan referensi bagi studi – studi mengenai permodelan pemetaan genangan berikutnya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Tidak memperhitungkan angkutan sedimen Sungai Guring
2. Tidak memperhitungkan drainase kawasan perumahan pada DAS Guring

1.6 Lokasi Studi

Sungai Guring adalah sungai yang terletak di Banjarmasin Tengah. Menurut data sungai dari BPS Banjarmasin, sungai Guring memiliki panjang 3.105 Km dan lebar 19 m. Lokasi Sungai Guring dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1. Lokasi Studi DAS Guring

Sumber : *Google Maps*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Hidrologi

2.1.1 Analisis Hujan Rencana

2.1.1.1 Metode Gumbel Tipe I

Distribusi tipe I Gumbel atau disebut juga dengan distribusi ekstrim tipe I, umumnya digunakan untuk analisis data maksimum, misal untuk analisis frekuensi banjir. Peluang kumulatif dari distribusi Gumbel adalah : (Soewarno, 1995).

$$P = (X \leq x) = e^{(-e)^{-Y}} \text{ dengan } \sim < X < \sim \quad (2.1)$$

Keterangan : $P(X \leq x)$ = fungsi identitas peluang tipe I Gumbel

X = variabel acak kontinyu

Y = faktor reduksi Gumbel

Persamaannya adalah :

$$Y = a (X - X_0) \quad (2.2)$$

$$a = (1.283)/S \quad (2.3)$$

$$X_0 = \bar{X} - (0.577)/a \text{ atau } X_0 = \bar{X} - 0.455 S \quad (2.4)$$

Keterangan : \bar{X} = nilai rata-rata

S = standar deviasi

Nilai Y faktor reduksi Gumbel ditunjukkan pada tabel 2.1.

Atau Persamaan Gumbel dapat menggunakan persamaan distribusi frekuensi empiris seperti berikut :

$$X = \bar{X} + (S / S_n) (Y - Y_n) \quad (2.5)$$

Keterangan :

X = nilai variat yang diharapkan terjadi

Y = nilai reduksi variat dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang tertentu (hubungan antara periode ulang T dengan Y dapat dilihat pada tabel 2.1 dan 2.2)

Y_n = nilai rata-rata dari reduksi variat (tergantung dari jumlah data dan dapat dilihat pada tabel 2.3)

S_n = deviasi standar dari reduksi variat (tergantung dari jumlah data dan dapat dilihat pada tabel 2.4)

Adapun prosedur untuk menentukan kurva distribusi Gumbel Tipe I adalah :

1. Hitung nilai rata-ratanya :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}, \quad n = \text{jumlah data} \quad (2.6)$$

2. Hitung nilai deviasi standarnya

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.7)$$

3. Hitung nilai koefisien kemencengan dan ketajaman/kurtosis

$$\text{Koefisien kemencengan (CS)} = \frac{n \sum (X - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) S^3} \quad (2.8)$$

Koefisien ketajaman/kurtosis (CK) =

$$\frac{n^3}{(n-1)(n-2)(n-3)} \times \frac{M_4(\bar{X})}{(M_2(\bar{X}))^2} \quad (2.9)$$

Dimana M (momen) untuk *original sample* memiliki perumusan sebagai berikut

$$M_r(\bar{x}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^r \quad (2.10)$$

Persamaan (2.9) menjadi :

$$CK = \frac{n^3}{(n-1)(n-2)(n-3)} \times \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{\frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2)^2} \quad (2.11)$$

Tabel 2.1 Hubungan Periode Ulang (T) dengan Reduksi Variat dari Variabel (Y)

T	Y
2	0.3065
5	1.499
10	2.2504
20	2.9702
50	3.9019
100	4.6001

Sumber: Soewarno, 1995

Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi Gumbel

T (tahun)	Peluang	Y
1.001	0.001	-1.930
1.005	0.005	-1.670
1.01	0.01	-1.530
1.05	0.05	-1.097
1.11	0.10	-0.834
1.25	0.20	-0.476
1.33	0.25	-0.326
1.43	0.30	-0.185
1.67	0.40	0.087
2.00	0.50	0.366
2.50	0.60	0.671
3.33	0.70	1.030
4.00	0.75	1.240
5.00	0.80	1.510
10.00	0.90	2.250
20.00	0.95	2.970
50.00	0.98	3.900
100.00	0.99	4.600
200.00	0.995	5.290
500.00	0.998	6.210
1000.00	0.999	6.900

Sumber: Soewarno, 1995

Tabel 2.3. Hubungan Reduksi Variat Rata-Rata (Y_n) dengan Jumlah Data (n)

n	y_n	n	y_n	n	y_n	n	y_n
10	0.4952	33	0.5388	56	0.5508	79	0.5567
11	0.4996	34	0.5396	57	0.5511	80	0.5569
12	0.5053	35	0.5403	58	0.5515	81	0.557
13	0.507	36	0.541	59	0.5518	82	0.5572
14	0.51	37	0.5418	60	0.5521	83	0.5574
15	0.5128	38	0.5424	61	0.5524	84	0.5576
16	0.5157	39	0.543	62	0.5527	85	0.5578
17	0.5181	40	0.5436	63	0.553	86	0.558
18	0.5202	41	0.5442	64	0.5533	87	0.5581
19	0.522	42	0.5448	65	0.5535	88	0.5583
20	0.5235	43	0.5453	66	0.5538	89	0.5585
21	0.5252	44	0.5458	67	0.554	90	0.5586
22	0.5268	45	0.5463	68	0.5543	91	0.5587
23	0.5283	46	0.5468	69	0.5545	92	0.5589
24	0.5296	47	0.5473	70	0.5548	93	0.5591
25	0.5309	48	0.5474	71	0.555	94	0.5592
26	0.532	49	0.5481	72	0.5552	95	0.5593
27	0.5332	50	0.5485	73	0.5555	96	0.5595
28	0.5343	51	0.5489	74	0.5557	97	0.5596
29	0.5353	52	0.5493	75	0.5559	98	0.5598
30	0.5362	53	0.5497	76	0.5561	99	0.5599
31	0.5371	54	0.5501	77	0.5563	100	0.56
32	0.538	55	0.5504	78	0.5565		

Sumber: Soewarno, 1995

Tabel 2.4. Hubungan Deviasi Standar dari Reduksi Variat (S_n) dengan Jumlah Data (n)

n	S_n	n	S_n	n	S_n	n	S_n
10	0.9497	33	1.1226	56	1.1696	79	1.193
11	0.9676	34	1.1255	57	1.1708	80	1.1938
12	0.9833	35	1.1285	58	1.1721	81	1.1945
13	0.9972	36	1.1313	59	1.1734	82	1.1953
14	1.0098	37	1.1339	60	1.1747	83	1.1959
15	1.0206	38	1.1363	61	1.1759	84	1.1967
16	1.0316	39	1.1388	62	1.177	85	1.1973
17	1.0411	40	1.1413	63	1.1782	86	1.198
18	1.0493	41	1.1436	64	1.1793	87	1.1987
19	1.0566	42	1.1458	65	1.1803	88	1.1993
20	1.0629	43	1.148	66	1.1814	89	1.2001
21	1.0696	44	1.149	67	1.1824	90	1.2007
22	1.0754	45	1.1518	68	1.1834	91	1.2013
23	1.0811	46	1.1538	69	1.1844	92	1.202
24	1.0864	47	1.1557	70	1.1854	93	1.2026
25	1.0914	48	1.1574	71	1.1863	94	1.2032
26	1.0961	49	1.159	72	1.1873	95	1.2038
27	1.1004	50	1.1607	73	1.1881	96	1.2044
28	1.1047	51	1.1623	74	1.189	97	1.2049
29	1.1086	52	1.1638	75	1.1898	98	1.2055
30	1.1124	53	1.1653	76	1.1906	99	1.206
31	1.1159	54	1.1667	77	1.1915	100	1.2065
32	1.1193	55	1.1681	78	1.1923		

Sumber: Soewarno, 1995

2.1.1.2 Metode Log Pearson III

Distribusi Log Pearson tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk kumulatif dari distribusi Log Pearson tipe III dengan nilai variatnya X apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan model matematik persamaan garis lurus yaitu :

$$Y = \bar{Y} + k \cdot S \quad (2.12)$$

Keterangan : Y = nilai logaritmik dari X

\bar{Y} = nilai rata-rata dari Y

S = standar deviasi

k = karakteristik dari distribusi log pearson tipe III (tabel 2.5)

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi log pearson tipe III adalah :

1. Tentukan logaritma dari semua nilai variat X
2. Hitung nilai rata-ratanya :

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n}, n = \text{jumlah data} \quad (2.13)$$

3. Hitung nilai deviasi standarnya dari log X

$$S \log x = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{n-1}} \quad (2.14)$$

4. Hitung nilai koefisien kemencengan dan ketajaman
Koefisien kemencengan (CS)

$$= \frac{n \sum (\log X - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2) (S \log X)^3} \quad (2.15)$$

Koefisien ketajaman (CK) =

$$\frac{n^3}{(n-1)(n-2)(n-3)} \times \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^4}{\frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^2)^2} \quad (2.16)$$

Sehingga persamaan (2.6) dapat ditulis :

$$\log X = \overline{\log x} + k (S \log x) \quad (2.17)$$

5. Tentukan anti log dari log X, untuk mendapat nilai X yang diharapkan terjadi pada tingkat peluang atau periode tertentu sesuai dengan nilai Csnya.

Tabel 2.5. Nilai k Distribusi Pearson Tipe III

CS	Persentase Peluang Terlampaui							
	99	50	20	10	4	2	1	0.5
	Kala Ulang (Tahun)							
	1.01	2	5	10	25	50	100	200
3.0	-0.67	-0.40	0.42	1.18	2.28	3.15	4.05	4.97
2.9	-0.69	-0.39	0.44	1.20	2.23	3.13	4.01	4.90
2.8	-0.71	-0.38	0.46	1.21	2.28	3.11	3.97	4.85
2.7	-0.74	-0.38	0.48	1.22	2.27	3.09	3.93	4.78
2.6	-0.77	-0.37	0.50	1.24	2.27	3.07	3.89	4.72
2.5	-0.80	-0.36	0.52	1.25	2.26	3.05	3.85	4.65
2.4	-0.83	-0.35	0.54	1.26	2.26	3.02	3.80	4.58
2.3	-0.87	-0.34	0.56	1.27	2.25	3.00	3.75	4.52
2.2	-0.91	-0.33	0.57	1.28	2.24	2.97	3.71	4.44
2.1	-0.95	-0.32	0.59	1.29	2.23	2.94	3.66	4.37
2.0	-0.99	-0.31	0.61	1.30	2.22	2.91	3.61	4.30
1.9	-1.04	-0.29	0.63	1.31	2.21	2.88	3.55	4.22
1.8	-1.09	-0.28	0.64	1.32	2.19	2.85	3.50	4.15
1.7	-1.14	-0.27	0.66	1.32	2.18	2.82	3.44	4.07
1.6	-1.20	-0.25	0.68	1.33	2.16	2.78	3.39	3.99
1.5	-1.26	-0.24	0.69	1.33	2.15	2.74	3.33	3.91
1.4	-1.32	-0.23	0.71	1.34	2.13	2.71	3.27	3.83
1.3	-1.38	-0.21	0.72	1.34	2.11	2.67	3.21	3.75
1.2	-1.45	-0.20	0.73	1.34	2.09	2.63	3.15	3.66
1.1	-1.52	-0.18	0.75	1.34	2.07	2.59	3.09	3.58
1.0	-1.59	-0.16	0.76	1.34	2.04	2.54	3.02	3.49
0.9	-1.66	-0.15	0.77	1.34	2.02	2.50	2.96	3.40

Lanjutan Tabel 2.5. Nilai k Distribusi Pearson Tipe III

0.8	-1.73	-0.13	0.78	1.34	1.99	2.45	2.89	3.31
0.7	-1.81	-0.12	0.79	1.33	1.97	2.41	2.82	3.22
0.6	-1.88	-0.10	0.80	1.33	1.94	2.36	2.76	3.13
0.5	-1.96	-0.08	0.81	1.32	1.91	2.31	2.69	3.04
0.4	-2.03	-0.07	0.82	1.32	1.88	2.26	2.62	2.95
0.3	-2.10	-0.05	0.82	1.31	1.85	2.21	2.54	2.86
0.2	-2.18	-0.03	0.83	1.30	1.82	2.16	2.47	2.76
0.1	-2.25	-0.02	0.84	1.29	1.79	2.11	2.40	2.67
0.0	-2.33	0.00	0.84	1.28	1.75	2.05	2.33	2.58

Sumber: Sri Harto, 1993

2.1.1.3 Uji Sebaran Data Chi-Square

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. parameter Chi-Kuadrat dapat dihitung dengan rumus :

$$X^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.18)$$

Keterangan :

X^2 : parameter Chi-Kuadrat terhitung

G : jumlah sub-kelompok

O_i : jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

E_i : jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

Dimana :

$$G = 1 + 3.322 \log (n) \quad (2.19)$$

Prosedur pengujian Chi-Kuadrat adalah (Soewarno, 1995) :

1. Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya)
2. Kelompokkan data menjadi G *sub-group*, tiap-tiap *sub group* minimal 4 data pengamatan
3. Jumlahkan data pengamatan tiap-tiap *sub-group* (O_i)
4. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan (E_i)
5. Tiap-tiap *sub-group* hitung nilai : $(O_i - E_i)^2$ dan $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
6. Jumlah seluruh G *sub-group* nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai Chi-Kuadrat hitung.
7. Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai $R = 2$, untuk distribusi Normal dan Binomial, dan $R = 1$, untuk distribusi Poisson).

Jika pemilihan jenis sebaran memenuhi syarat distribusi, maka analisis hujan rencana dapat diterima. Adapun interpretasi dari hasil sebaran adalah (Soewarno, 1995) :

1. Apabila peluang lebih besar dari 5 %, maka persamaan distribusi teoritis yang dapat digunakan dapat diterima;
2. Apabila peluang lebih kecil 1 %, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima;
3. Apabila peluang berada diantara 1 – 5 % adalah tidak mungkin mengambil keputusan, maka perlu penambahan data.

Tabel 2.6. Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Square

dk	α derajat kepercayaan				
	0.95	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.00393	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.103	5.991	7.0378	9.21	10.597
3	0.352	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.711	9.488	11.143	13.277	14.86
5	1.145	11.07	12.832	15.086	16.75
6	1.635	12.592	14.449	16.812	18.548
7	2.167	14.067	16.013	18.475	20.278
8	2.733	15.507	17.535	20.09	21.955
9	3.325	16.919	19.023	21.666	23.589
10	3.94	18.307	20.483	23.209	25.188
11	4.575	19.675	21.92	24.725	26.757
12	5.226	21.026	23.337	26.217	28.3
13	5.892	22.362	24.736	27.688	29.819
14	6.571	23.685	26.119	29.141	31.319
15	7.261	24.996	27.488	30.578	32.801

Sumber: Soewarno, 1995

2.1.1.4 Uji Sebaran Data Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov*, sering disebut uji kecocokan non parametrik (*non-parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Adapun prosedur uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov* adalah (Soewarno, 1995) :

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut :

$$\begin{aligned}
 X_1 &\rightarrow P(X_1) \\
 X_2 &\rightarrow P(X_2) \\
 X_m &\rightarrow P(X_m) \\
 X_n &\rightarrow P(X_n)
 \end{aligned}$$

2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya) :

$$\begin{aligned}
 X_1 &\rightarrow P'(X_1) \\
 X_2 &\rightarrow P'(X_2) \\
 X_m &\rightarrow P'(X_m) \\
 X_n &\rightarrow P'(X_n)
 \end{aligned}$$

3. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{maksimum } [P(X_m) - P'(X_m)] \quad (2.20)$$

4. Berdasarkan tabel 2.7, ditentukan harga D_o . Apabila D lebih kecil dari D_o maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima. Apabila D lebih besar dari D_o maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

Tabel 2.7. Nilai Kritis Do untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

N	α			
	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N > 50	$\frac{1.07}{(N^{0.5})}$	$\frac{1.22}{(N^{0.5})}$	$\frac{1.36}{(N^{0.5})}$	$\frac{1.63}{(N^{0.5})}$

Sumber: Soewarno, 1995

2.1.2 Analisis Hidrograf

Hidrograf adalah kurva yang memberi hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter bisa berupa kedalaman aliran (elevasi) atau debit aliran. Terdapat 2 jenis hidrograf yakni, hidrograf satuan dan hidrograf sintetis. Hidrograf satuan (Unit Hydrograph) didefinisikan sebagai hidrograf limpasan langsung (tanpa aliran dasar) yang tercatat di ujung hilir DAS yang ditimbulkan oleh hujan efektif sebesar 1 mm yang terjadi secara merata di permukaan DAS dengan intensitas tetap dalam suatu durasi tertentu. Hidrograf satuan merupakan data primer yang dilakukan melalui pengamatan secara langsung. Jika suatu daerah data hidrologi tidak tersedia untuk menurunkan hidrograf satuan, maka dibuat hidrograf satuan sintetis yg didasarkan pada karakteristik fisik DAS.

Ada beberapa metode Hidrograf Satuan Sintetis, yakni; Metode Snyder, Metode SCS (Soil Conservation Service), Metode GAMA-I, dan Metode Nakayasu. Dalam Tugas Akhir ini, metode perhitungan hidrograf yang digunakan yaitu **Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu** karena data yang tersedia adalah data curah hujan tahunan maksimum dan data topografi DAS Guring tanpa data tata guna lahan. Persamaan-persamaan yang digunakan untuk membentuk hidrograf adalah sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{1}{3.6} \left(\frac{A \cdot R_e}{0.3 T_p + T_{0.3}} \right) \quad (2.21)$$

$$T_p = t_g + 0.8 t_r \quad (2.22)$$

$$t_g = 0.21 L^{0.7} \quad (2.23)$$

$$t_r = 0.5 t_g \text{ sampai } t_g \quad (2.24)$$

$$T_{0.3} = \alpha t_g \quad (2.25)$$

Keterangan :

Q_p = debit puncak banjir

A = luas DAS (km^2)

R_e = Curah Hujan efektif 1 mm

T_p = waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (jam)

$T_{0.3}$ = waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak (jam)

t_g = waktu konsentrasi (jam)

T_r = satuan waktu dari curah hujan (jam)

L = Panjang sungai utama (km)

α = koefisien karakteristik DAS

α = 2 pada pengaliran biasa

α = 1.5 pada bagian naik hidrograf lambat dan turun cepat

α = 3 pada bagian naik hidrograf cepat dan turun lambat

Bentuk hidrograf satuan diberikan oleh persamaan berikut :

1. Pada kurva naik $0 < t \leq T_p$

$$\text{Nilai } Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2.4} \quad (2.26)$$

2. Pada kurva turun $T_p < t \leq T_p + T_{0.3}$

$$\text{Nilai } Q_t = Q_p \times 0.3^{\left(\frac{t-T_p}{T_{0.3}} \right)} \quad (2.27)$$

3. Pada kurva turun $T_p + T_{0.3} < t \leq T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3}$

$$\text{Nilai } Q_t = Q_p \times 0.3^{\left(\frac{t-T_p+0.5 T_{0.3}}{1.5 T_{0.3}} \right)} \quad (2.28)$$

4. Pada kurva turun $t > T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3}$

$$\text{Nilai } Q_t = Q_p \times 0.3^{\left(\frac{t-T_p+1.5 T_{0.3}}{2 T_{0.3}} \right)} \quad (2.29)$$

Dari nilai hidrograf satuan sintetis, yang memiliki $R=1$ mm, diubah menjadi hidrograf banjir rancangan dengan periode ulang 10 tahunan. Adapun formula yang digunakan adalah:

Perhitungan Distribusi Hujan Jam-jaman

- Sebaran Hujan Jam-jaman

$$R_T = \left(\frac{R_{24}}{t} \right) \cdot \left(\frac{t}{T} \right)^{2/3} \quad (2.30)$$

Keterangan :

R_T = Intensitas Hujan Rata-rata Dalam T Jam (mm/jam)

R_{24} = Curah Hujan Efektif Dalam Satu Hari (mm)

T = Waktu Mulai Hujan (jam)

t = Waktu Konsentrasi Hujan (jam)

(Untuk Indonesia $t = 6$ jam)

- Nisbah Hujan Jam-jaman

$$R_t = (T \cdot R_T) - \{(T - 1) \cdot (R_{T-1})\} \quad (2.31)$$

Keterangan :

R_t = Prosentase Intensitas Hujan Rata-rata (dalam t jam)

2.1.3 Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan

terhadap massa air laut di bumi. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2.2 kali lebih besar dari gaya tarik matahari. Secara umum pasang surut di berbagai daerah dapat dibedakan dalam 4 tipe yaitu pasang surut harian tunggal, pasang surut harian ganda, pasang surut campuran condong ke harian ganda, dan pasang surut campuran condong ke harian tunggal.

Mengingat pasang surut adalah fluktuasi muka air yang artinya selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut sebagai pedoman. Beberapa elevasi tersebut adalah :

1. Muka air tinggi (HWL), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut
2. Muka air rendah (LWL), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
3. Muka air rerata (MSL), muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata.

Peramalan pasang surut dilakukan apabila terdapat data pengamatan selama 15 hari lalu untuk periode selanjutnya dilakukan perhitungan metode kuadrat terkecil (*least square method*).

2.2 Flo-2D Software

FLO-2D ditulis dalam bahasa komputer FORTRAN 95. Bergantung pada kecepatan komputer, aplikasi *project* dan durasi banjir. Simulasi banjir mungkin memiliki runtime mulai dari 5 menit sampai lebih dari satu hari. Pemrograman telah dioptimalkan untuk 64-bit pada beberapa komputer prosesor. Untuk menghasilkan *file* data dasar dan grafis mengedit data, digunakan program pengembang jaringan sistem (GDS). Pre dan post-processor program Flo-2D dapat dipanggil dari GDS.

Flo-2D merupakan model penelusuran genangan yang mensimulasikan aliran saluran dan aliran permukaan bebas dalam topografi yang kompleks. Flo-2D memiliki beberapa aplikasi didalamnya, yakni:

1. Rain, Floenvir, dan Hydrog untuk permodelan data hidrologi
2. Profile untuk permodelan data hidrolis
3. GDS untuk permodelan data topografi dalam sistem *grid*
4. Mapper untuk mengetahui hasil dari *running* keempat aplikasi tersebut

2.2.1 FLO-2D: Teori Model

Penulusuran genangan dalam 2D dapat dicapai melalui integrasi numerik dari persamaan gerak dan konservasi volume fluida baik untuk sebuah genangan air atau aliran sedimen *hyperconcentrated*. Terdapat 3 persamaan umum yang digunakan untuk proses *running* aplikasi Flo-2D, yakni:

1. Persamaan momentum

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h V}{\partial x} = i \quad (2.32)$$

dan
$$S_f = S_o - \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{I}{g} \frac{\partial V}{\partial t} \quad (2.33)$$

h adalah kedalaman aliran dan V adalah kecepatan kedalaman rata-rata di salah satu dari delapan aliran arah x . Kelebihan intensitas curah hujan (i) mungkin tidak sama dengan nol pada permukaan aliran. Komponen kemiringan gesekan S_f berdasarkan pada persamaan Manning. Istilah lain yakni termasuk kemiringan dasar S_o , gradien tekanan dan percepatan lokal. Persamaan tersebut menunjukkan model kedalaman rata-rata aliran 1D. Untuk permodelan genangan 2D, persamaan tersebut diaplikasikan dengan menghitung rata-rata kecepatan aliran dalam sebuah *grid element boundary*. Ada 8 kemungkinan arah aliran, yakni 4 arah utama kompas (utara, selatan, timur dan barat) dan 4 arah diagonal kompas (timur laut, tenggara, barat daya, dan barat laut).

2. Persamaan kriteria Courant

Untuk perhitungan *timestep* dalam *running* aplikasi digunakan perumusan sebagai berikut :

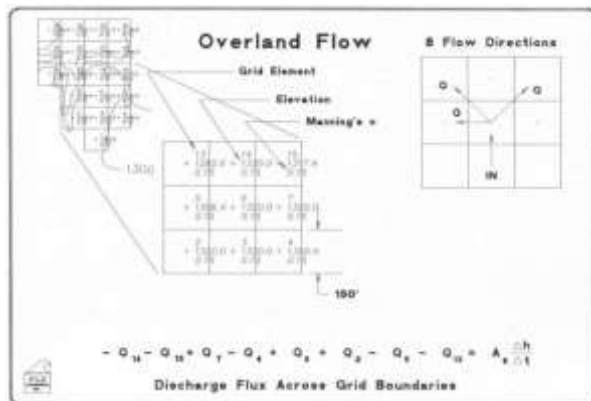
$$\Delta t = C \Delta x / (\beta V + c) \quad (2.34)$$

Keterangan: Δt = *timestep*
 C = angka Courant ($C \leq 1.0$)
 Δx = lebar elemen *grid*
 V = perhitungan rata-rata kecepatan potongan melintang
 β = koefisien ($5/3$ dari lebar saluran)
 c = *wave celerity*

3. Persamaan kriteria stabilitas gelombang dinamis

Untuk penulusuran gelombang dinamis, persamaan kriteria stabilitas numerik digunakan. Persamaan tersebut dikembangkan oleh Ponce dan Theurer (1982). Kriteria tersebut merupakan fungsi dari kemiringan dasar (S_o), debit (q_o), dan ukuran elemen *grid* (Δx).

$$\Delta t < \zeta S_o \Delta x^2 / q_o \quad (2.35)$$



Gambar 2.1. Discharge Flux Grid Boundaries

Sumber: Flo-2D Reference Manual Book, 2009

4. Solusi Algoritma Program

Untuk meringkas, algoritma solusi menggabungkan langkah-langkah berikut:

1. Rata-rata geometri, kekasaran, dan kemiringan aliran antara dua elemen *grid* dihitung
2. Kedalaman aliran dx untuk menghitung kecepatan melintasi batas *grid* untuk *timestep* berikutnya ($i + 1$), adalah diperkirakan dari *timestep* sebelumnya i , menggunakan estimasi linear (rata-rata kedalaman antara dua elemen).

$$d_x^{i+1} = d_x^i + d_{x+1}^i \quad (2.36)$$

3. Perkiraan pertama kecepatan, dihitung dengan menggunakan persamaan gelombang difusi. Satu-satunya variabel yang tidak diketahui dalam persamaan gelombang difusi adalah kecepatan untuk aliran permukaan, saluran atau aliran jalan.
4. Kecepatan gelombang difusi yang diprediksi pada *timestep* saat ini, akan digunakan sebagai awal dimulainya perhitungan perumusan Newton-Raphson dalam menyelesaikan persamaan gelombang dinamis penuh untuk solusi kecepatan.
5. Debit Q yang melintasi batas *grid* dihitung dengan mengalikan kecepatan dengan daerah aliran pada potongan melintang. Untuk aliran darat, lebar aliran disesuaikan dengan lebar faktor reduksi (WRFs).
6. Kenaikan debit untuk *timestep* di delapan arah aliran (hulu dan hilir elemen *channel*) dijumlahkan,

$$\Delta Q_x^{i+1} = Q_n + Q_e + Q_s + Q_w + Q_{ne} + Q_{se} + Q_{sw} + Q_{nw} \quad (2.37)$$

dan perubahan volume (debit net x *timestep*) didistribusikan ke area penyimpanan yang tersedia dalam *grid* atau saluran elemen untuk menentukan peningkatan kedalaman aliran. ΔQ_x adalah perubahan bersih debit dalam delapan arah dataran banjir untuk elemen *grid*. Sedangkan, *timestep* ΔT antara waktu i dan $i + 1$.

$$\Delta d_x^{i+1} = \Delta Q_x^{i+1} \Delta t / A_{surf} \quad (2.38)$$

7. Kriteria stabilitas numerik kemudian diperiksa untuk kedalaman aliran elemen *grid* baru. Jika salah satu kriteria stabilitas terlampaui, waktu simulasi di *reset* ke simulasi waktu sebelumnya, kenaikan *timestep* akan berkurang, semua perhitungan *timestep* sebelumnya dibuang dan kecepatan perhitungan dimulai lagi.
8. Simulasi berlangsung dengan meningkatnya *timesteps* sampai kriteria stabilitas terlampaui.

2.2.2 FLO-2D: Sistem Model

2.2.2.1 Asumsi dasar yang digunakan

Asumsi dasar dalam simulasi Flo-2D adalah sebagai berikut :

1. Aliran tetap selama durasi *timestep*
2. Distribusi tekanan hidrostatik
3. Kekasaran hidraulik berdasarkan ketahanan aliran turbulen, *uniform, steady*
4. Elemen saluran digambarkan oleh geometri saluran seragam dan kekasaran

Asumsi-asumsi tersebut cukup jelas dan seperti dijelaskan sebelumnya bahwa untuk kondisi aliran antar elemen *grid* harus dirata-rata.

2.2.2.2 Variabilitas Parameter

Beberapa variabilitas parameter yang digunakan dalam simulasi Flo-2D adalah sebagai berikut:

1. Persamaan dasar untuk nilai kekasaran n_d sebagai fungsi dari kedalaman aliran yakni;

$$n_d = n_b r_c e^{-(r_2 \text{ depth}/d_{max})} \quad (2.39)$$

Keterangan:

n_b = kekasaran saat debit sungai penuh

depth = kedalaman aliran

d_{max} = kedalaman aliran saat debit sungai penuh

r_2 = penyesuaian koefisien kekasaran (untuk aliran permukaan tetap)

$$r_c = 1/e^{-r_2}$$

2. Kondisi air kolam dengan kelandaian permukaan air lebih kecil dari 0.001, angka manning untuk aliran saluran terbuka mewakili *friction slope* akan dibatasi. Jika hal tersebut menunjukkan kecepatan yang tidak masuk akal, kriteria stabilitas dikurangi dan/atau nilai n ditambah. Pengambilan nilai n harus dalam rentang yang menggambarkan ketahanan aliran aktual (tabel 2.8)

Tabel 2.8. Initial Abstraction

Surface Cover	Abstraction (inches)
Natural ¹	
Desert and rangeland	0.35
Hillslopes Sonoran desert	0.15
Mountain with vegetation	0.25
Developed – Residential ¹	
Lawns	0.20
Desert landscape	0.10
Pavement	0.05
Agricultural fields and pasture	0.50
Conifers ²	0.01 - 0.36
Hardwoods ²	0.001 - 0.08
Shrubs ²	0.01 - 0.08
Grass ²	0.04 - 0.06
Forest floor ²	0.02 - 0.44

¹Markopa County Drainage Design Manual, 1992.

²W. T. Fullerton, Masters Thesis, CSU, 1983

Sumber: *Flo-2D Reference Manual Book*, 2009

3. Penyusutan (*contraction*) dan perluasan (*expansion*) aliran
 Penyusutan dan perluasan aliran antara 2 elemen saluran ditujukan oleh penambahan nilai kehilangan energi sebagai fungsi dari rasio daerah aliran. Koefisien kehilangan energi adalah 0 untuk rasio ≥ 0.95 . Untuk penyusutan sampai 60%, koefisien kehilangan energi bervariasi dari 0-0.6 sedangkan untuk perluasan 60% atau kurang, koefisien kehilangan energi bervariasi dari 0-1.0. Kehilangan energi didapat dari perumusan $V^2/2g$ dikalikan koefisien kehilangan energi dan digambarkan sebagai kelandaian antara 2 elemen saluran.

4. Pembatasan angka Froude

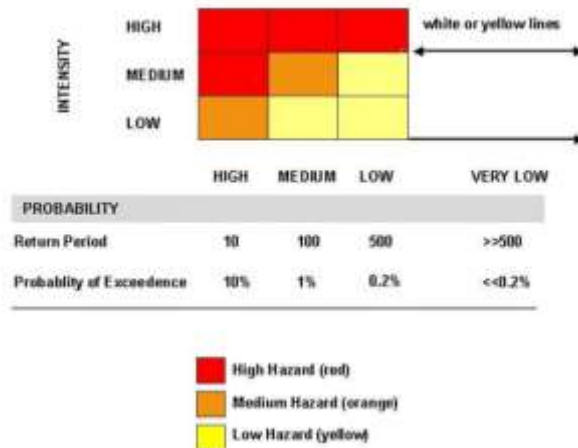
Pembatasan angka froude dapat ditentukan untuk aliran limpasan, aliran saluran, dan aliran jalan. Pembatasan ini dapat digunakan untuk menyesuaikan hubungan antara daerah aliran, kelandaian, dan nilai n . Ketika angka Froude melebihi batas, nilai n akan dinaikkan untuk elemen *grid* tersebut di *timestep* selanjutnya. Pada perlakuan tersebut, aliran akan dipaksakan menjadi subkritis jika dalam realita, kritis atau superkritis tidak memungkinkan. Hal tersebut didukung karena Flo-2D tidak mensimulasikan kejadian *hydraulic jumps*, sehingga pembatasan nilai Froude harus menunjukkan kondisi rata-rata aliran dalam suatu saluran.

2.2.2.3 Kontrol Inflow dan Outflow

Hidrograf dapat dimasukkan sebagai inflow ataupun outflow dari sebuah saluran. Debit atau hidrograf dari hulu dapat dijadikan inflow untuk dataran banjir, saluran, atau keduanya sedangkan debit dari elemen outflow dapat dijalankan menggunakan *stage-discharge*. *Stage-time relationship* menyediakan kesempatan untuk mensimulasikan genangan dikarenakan badai, *hurricane*, atau tsunami dari laut. Selain itu juga mampu mensimulasikan efek *backwater* karena variasi pasang surut sungai atau pada daerah estuari.

2.2.3 Hazard Map

Tingkat bahaya banjir di lokasi tertentu merupakan fungsi dari kedua intensitas banjir dan peluang. Intensitas banjir didefinisikan oleh kedalaman aliran dan kecepatan. Probabilitas banjir berbanding terbalik dengan besaran banjir, sebagai contoh, kejadian banjir besar akan jarang terjadi. Tingkat bahaya banjir kemudian didefinisikan sebagai fungsi gabungan diskrit intensitas kejadian (tingkat keparahan suatu kejadian) dan periode ulang (frekuensi) seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Hubungan Periode Ulang dengan Intensitas Kejadian

Sumber: *Mapper Manual 2009*

Pada gambar 2.2, batas probabilitas didefinisikan untuk periode ulang 10, 100 dan 500 tahun. Pengguna dapat memilih periode ulang lainnya untuk membangun peta bahaya banjir. Sebuah peta bahaya banjir berdasarkan pada tiga tingkat warna yakni; bahaya tingkat tinggi (merah), menengah (oranye) dan tingkat rendah (kuning). warna peta ini diterjemahkan ke dalam daerah potensi bahaya tertentu seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 *Flood Hazard Definition*

FLOOD HAZARD DEFINITION		
Hazard Level	Map color	Description
High	Red	Persons are in danger both inside and outside their houses. Structures are in danger of being destroyed.
Medium	Orange	Persons are in danger outside their houses. Buildings may suffer damage and possible destruction depending on construction characteristics.
Low	Yellow	Danger to persons is low or non-existent. Buildings may suffer little damages, but flooding or sedimentation may affect structure interiors.

Sumber: *Mapper Manual 2009*

Untuk menentukan intensitas kejadian, metode serupa yang menggunakan kombinasi kedalaman aliran dan kecepatan, yakni; Metode Austria (Fiebiger et al. 1997) menggunakan energi total yang didefinisikan oleh:

$$h + v^2 / 2g \quad (2.40)$$

di mana h adalah kedalaman aliran, v adalah kecepatan dan g adalah percepatan gravitasi. Metode Swiss (OFEE et al. 1997) mendefinisikan intensitas dalam hal kombinasi aliran kedalaman (h) dan hasil h dan v . Pendekatan ini memungkinkan intensitas tinggi untuk dimasukkan ke kedalaman aliran secara independen dari kecepatan aliran. Mengikuti metode Swiss, kriteria intensitas banjir digunakan dalam Mapper mampu membedakan antara banjir air dan lumpur atau puing-puing arus. Intensitas didefinisikan dalam hal kedalaman air maksimum dan produk dari kecepatan maksimum dikalikan dengan kedalaman maksimum. Kriteria ini untuk menentukan intensitas banjir yang berbeda dari Metode Swiss dalam beberapa aspek. Misalnya, metode Swiss untuk intensitas estimasi aliran debris menetapkan bahwa kejadian intensitas tinggi terjadi ketika $h > 1,0$ m dan $vh > 1,0$ m²/s. Mengingat kondisi tertentu dalam proyek, mungkin perlu untuk mengubah ambang batas tingkat bahaya. Dalam Mapper, pengguna dapat memasukkan nilai untuk kedalaman aliran dan kecepatan yang mendefinisikan intensitas ambang batas. Untuk kasus banjir air, intensitas banjir dapat didefinisikan oleh seleksi dari nilai-nilai dalam tabel 2.10.

Tabel 2.10 Definisi Intensitas Banjir Air

DEFINITION OF WATER FLOOD INTENSITY			
Flood Intensity	Maximum depth h (m)		Product of maximum depth h times maximum velocity v (m ² /s)
High	$h > 1.5$ m	OR	$v h > 1.5$ m ² /s
Medium	$0.5 \text{ m} < h < 1.5$ m	OR	$0.5 \text{ m}^2/\text{s} < v h < 1.5 \text{ m}^2/\text{s}$
Low	$0.1 \text{ m} < h < 0.5$ m	AND	$0.1 \text{ m}^2/\text{s} < v h < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$

Sumber: *Mapper Manual 2009*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk menunjang proses analisis mengenai perumusan masalah yang tertulis sebelumnya. Sumber literatur yang digunakan meliputi buku referensi terkait :

1. Pengolahan data hidrologi mengenai DAS, curah hujan, pasang surut, aliran limpasan, hidrograf sintetis dan tinggi genangan.
2. Pengoperasian Flo-2D *Software* mulai dari input data menggunakan GDS, RAIN, HYDROG, PROFILE hingga hasil output menggunakan FLO-2D MAPPER.

3.2 Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan dalam proses analisis peta potensi banjir adalah sebagai berikut :

1. Peta topografi, merupakan jenis peta dengan skala besar dan detail, menggunakan garis kontur dalam pemetaan. Sebuah garis kontur merupakan kombinasi dari dua segmen garis yang berhubungan namun tidak berpotongan, ini merupakan titik elevasi pada peta topografi. Peta topografi berguna untuk menentukan batas DAS Guring
2. Data curah hujan, berguna untuk menentukan besar hujan rencana dan hidrograf inflow
3. Data pasang surut sungai Martapura, berguna untuk menentukan besarnya pengaruh *backwater* yang terjadi karena efek variasi pasang surut pada Sungai Guring
4. Data penampang sungai, berupa dimensi dan elevasi sungai guna untuk keperluan analisis hidrolis dalam *running software*.

Data – data tersebut merupakan data sekunder.

3.3 Analisis Input Data Flo-2D

Untuk menghasilkan peta genangan dalam Flo-2D, diperlukan 3 analisis yang harus dilakukan terlebih dahulu, yakni:

3.3.1 Analisis Peta

Analisis peta menggunakan data peta topografi. Hal ini bertujuan untuk menentukan batas DAS Guring. DAS didapatkan melalui pembacaan elevasi garis kontur dalam file AutoCAD. Selanjutnya dengan aplikasi *Grid Developer System* (GDS) FLO-2D, DAS tersebut dibagi berdasarkan sistem *grid* yang kemudian menjadi *computational area* saat proses *running* aplikasi. Output dari hasil analisis peta ini adalah dalam bentuk FPLAIN.DAT, TOLER.DAT, CONT.DAT dan CADPTS.DAT. Adapun output dari hasil analisis berisikan data sebagai berikut:

- FPLAIN.DAT – file data dengan nomer elemen grid, nilai n-manning kekasaran dataran banjir, dan elevasi tiap elemen grid.
- CADPTS.DAT – file data dengan nomer elemen grid dan koordinat horizontal pusat elemen grid
- CONT.DAT – file data dengan paramater kontrol simulasi
- TOLER.DAT – file data berisi parameter stabilitas numerik

3.3.2 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi menggunakan data curah hujan dan pasang surut Sungai Martapura.

3.3.2.1 Data Curah Hujan

Data curah hujan bertujuan untuk mendapatkan hasil hidrograf inflow. Sebelum dimasukkan kedalam aplikasi GDS yang kemudian di-*run* melalui aplikasi RAIN, data curah hujan tersebut dihitung distribusi statistiknya menggunakan metode Log Pearson III dan Gumbel dan kemudian diuji kecocokannya menggunakan metode Chi-Square serta Smirnov-Kolmogorov.

Output dari hasil analisis data curah hujan ini adalah dalam bentuk RAIN.DAT.

3.3.2.2 Hidrograf Inflow

Dari hasil pembuatan DAS Guring yang melalui pembacaan elevasi garis kontur dalam file AutoCAD, dapat dibuat sebuah hidrograf inflow menggunakan luasan DAS dan panjang sungai. Hidrograf inflow ini akan dimasukkan ke dalam GDS Flo-2D. Output dari hasil hidrograf inflow adalah INFLOW.DAT.

3.3.2.3 Data Pasang Surut Sungai Martapura

Data pasang surut Sungai Martapura bertujuan untuk mendapatkan hasil hidrograf outflow yang dimasukkan pada elemen outflow (hilir sungai Guring). Output dari hasil analisis data pasang surut ini adalah dalam bentuk OUTFLOW.DAT. OUTFLOW.DAT berisikan *outflow nodes* and *outflow options*.

3.3.3 Analisis Hidrolika

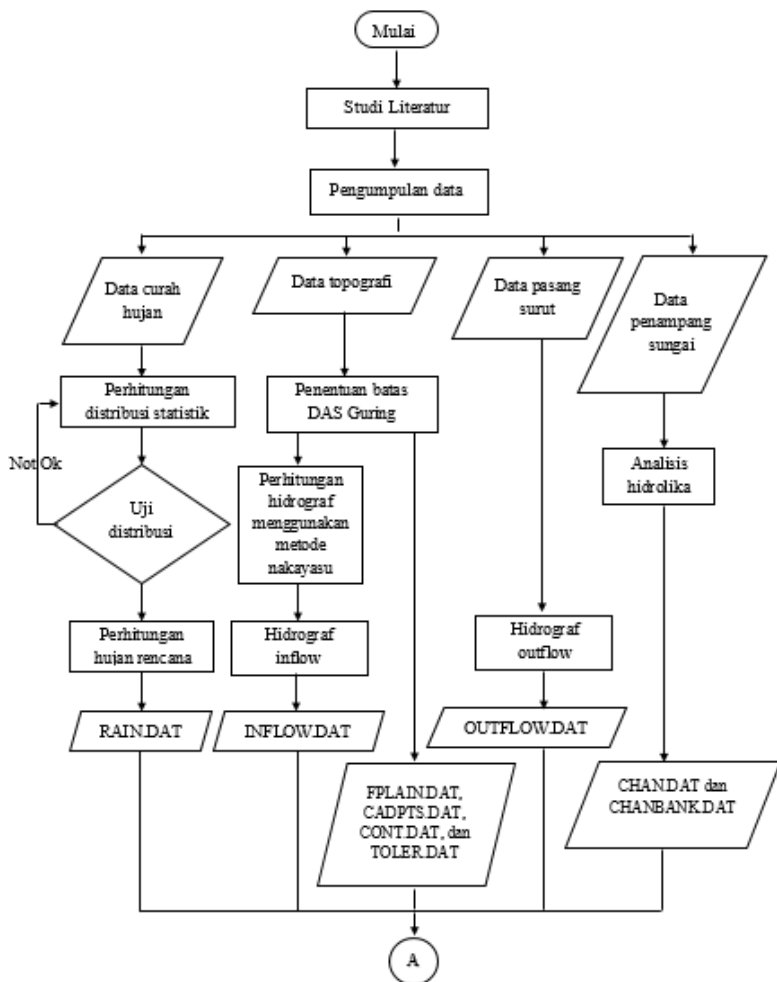
Analisis hidrolika menggunakan data penampang sungai *existing*. Data tersebut kemudian dimasukkan kedalam aplikasi *Grid Developer System* (GDS) yang selanjutnya dapat dimodelkan menggunakan aplikasi PROFILE FLO-2D. Output dari hasil analisis hidrolika ini adalah dalam bentuk CHAN.DAT dan CHANBANK.DAT yang berisikan kontrol untuk penampang sungai/saluran.

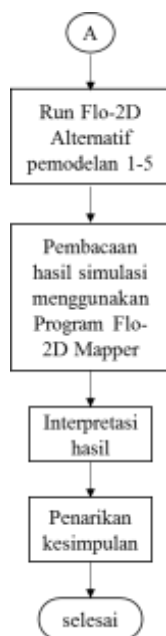
3.4 Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dari analisis data dan pembahasan sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan Tugas Akhir ini.

3.5 FLOWCHART

Flowchart atau yang disebut diagram alir digunakan untuk mengetahui proses pengerjaan dalam tugas akhir ini. Berikut adalah rencana gambaran diagram alir (gambar 3.1)





Gambar 3.1. *Flowchart* Pengerjaan Tugas Akhir

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi meliputi perhitungan hujan rencana, debit banjir, dan pasang surut. Analisis hidrologi ini akan digunakan sebagai *input* data *inflow* dan *outflow* pada software Flo-2D

4.1.1 Perhitungan Hujan Rencana

Data hujan maksimum (R maksimum) per tahun yang diperoleh dari tahap pengumpulan data adalah sebagai berikut

Tabel 4.1 Data Hujan R Maksimum

No	Tahun	Rmaks (mm)
1	1999	91
2	2000	168
3	2001	90
4	2002	59
5	2003	75
6	2004	55
7	2005	54
8	2006	61
9	2007	69
10	2008	61
11	2009	49.1
12	2010	50
13	2011	55
14	2012	66
15	2013	95
16	2014	100
17	2015	391

Sumber: Data Hujan Maksimum Sei Tabuk

Data Tabel 4.1 tersebut, diperoleh nilai R maksimum per tahun selama 17 tahun dan akan diolah untuk mendapatkan nilai hujan rencana selama 10 tahun (R10), 20 tahun (R20) atau 25 tahun (R25), 50 tahun (R50), dan 100 tahun (R100). Uji parameter statistik yang digunakan untuk mendapatkan nilai hujan rencana tersebut adalah distribusi gumbel tipe I dan distribusi log pearson III.

4.1.1.1 Metode Distribusi Gumbel Tipe I

Perhitungan parameter statistik berdasarkan metode distribusi gumbel tipe I adalah sebagai berikut

1. Rata – Rata Curah Hujan (\bar{R})

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i = 93.48$$

2. Deviasi Standar (*Standard Deviation*)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n-1}} = 81.97$$

3. Koefisien Kemencengan (*Skewness Coefficient*)

$$CS = \frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^3 \cdot n}{(n-1)(n-2) \cdot S^3} = 3.38$$

4. Koefisien Kurtosis

$$CK = \frac{n^3}{(n-1)(n-2)(n-3)} \times \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^4}{\frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2)^2} = 16.96$$

5. Sifat Distribusi

Distribusi Gumbel Tipe I dapat digunakan apabila nilai $CS \leq 1.139$ dan $CK \leq 5.042$. Namun, dari hasil perhitungan didapatkan nilai $CS = 3.38 > 1.139$ dan $CK = 16.96 > 5.042$. Oleh karena itu, Distribusi Gumbel Tipe I tidak dapat digunakan untuk menentukan perhitungan hujan rencana.

Tabel 4.2 Perhitungan Distribusi Gumbel Tipe I

No	Thn.	R maks (mm)	$\log R - \log \bar{R}$	$(\log R - \log \bar{R})^2$	$(\log R - \log \bar{R})^3$	$(\log R - \log \bar{R})^4$
1	1999	91	-2.48	6.13	-15.19	37.61
2	2000	168	74.52	5553.76	413885.53	30844210.55
3	2001	90	-3.48	12.09	-42.02	146.07
4	2002	59	-34.48	1188.63	-40979.66	1412834.20
5	2003	75	-18.48	341.38	-6307.50	116540.28
6	2004	55	-38.48	1480.44	-56962.06	2191699.01
7	2005	54	-39.48	1558.39	-61519.81	2428584.78
8	2006	61	-32.48	1054.72	-34253.62	1112436.69
9	2007	69	-24.48	599.10	-14663.80	358917.95
10	2008	61	-32.48	1054.72	-34253.62	1112436.69
11	2009	49.1	-44.38	1969.27	-87389.30	3878028.83
12	2010	50	-43.48	1890.20	-82179.38	3572869.25
13	2011	55	-38.48	1480.44	-56962.06	2191699.01
14	2012	66	-27.48	754.96	-20743.54	569959.22
15	2013	95	1.52	2.32	3.54	5.39
16	2014	100	6.52	42.56	277.62	1811.05
17	2015	391	297.52	88520.25	26336857.37	7835834758.08
Jumlah =				107509.35	26254752.51	7885626975

Sumber : hasil perhitungan

4.1.1.2 Metode Log Pearson Tipe III

Perhitungan parameter statistik berdasarkan metode distribusi Log Pearson Tipe III adalah sebagai berikut

1. Rata – Rata Curah Hujan (\bar{R})

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log R_i = 1.89$$

2. Deviasi Standar (*Standard Deviation*)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log R_i - \overline{\log R})^2}{n-1}} = 0.23$$

3. Koefisien Kemencengan (*Skewness Coefficient*)

$$CS = \frac{\sum_{i=1}^n (\log R_i - \overline{\log R})^3 \cdot n}{(n-1)(n-2) \cdot S^3} = 2.1$$

4. Koefisien Kurtosis

$$CK = \frac{n^3}{(n-1)(n-2)(n-3)} \times \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log R_i - \overline{\log R})^4}{\frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n (\log R_i - \overline{\log R})^2)^2} = 9.39$$

5. Sifat Distribusi

Distribusi Log Pearson Tipe III dapat digunakan apabila nilai $CS > 0$ (fleksibel). Dari hasil perhitungan didapatkan nilai $CS = 2.1 > 0$. Oleh karena itu, Distribusi Log Pearson Tipe III dapat digunakan untuk menghitung hujan rencana.

Tabel 4.3 Perhitungan Log Pearson Tipe III

No	Thn.	R maks (mm)	log R	log R - log \bar{R}	(log R - log \bar{R}) ²	(log R - log \bar{R}) ³	(log R - log \bar{R}) ⁴
1	2015	391	2.59218	0.69885	0.48839	0.34131	0.23852
2	2000	168	2.22531	0.33198	0.11021	0.03659	0.012146
3	2014	100	2.00000	0.10667	0.01138	0.00121	0.000129
4	2013	95	1.97772	0.08439	0.00712	0.00060	5.07E-05
5	1999	91	1.95904	0.06571	0.00432	0.00028	1.86E-05
6	2001	90	1.95424	0.06091	0.00371	0.00023	1.38E-05
7	2003	75	1.87506	-0.018	0.00033	-0.00001	1.11E-07
8	2007	69	1.83885	-0.054	0.00297	-0.00016	8.81E-06
9	2012	66	1.81954	-0.074	0.00544	-0.00040	2.96E-05
10	2006	61	1.78533	-0.108	0.01166	-0.00126	0.000136
11	2008	61	1.78533	-0.108	0.01166	-0.00126	0.000136
12	2002	59	1.77085	-0.122	0.01500	-0.00184	0.000225
13	2004	55	1.74036	-0.153	0.02340	-0.00358	0.000548
14	2011	55	1.74036	-0.153	0.02340	-0.00358	0.000548
15	2005	54	1.73239	-0.161	0.02590	-0.00417	0.000671
16	2010	50	1.69897	-0.194	0.03778	-0.00734	0.001427
17	2009	49.1	1.69108	-0.202	0.04090	-0.00827	0.001673
Jumlah =				2.9E-15	0.82358	0.34835	0.256281

Sumber : hasil perhitungan

6. Perhitungan Hujan Rencana

Berdasarkan nilai CS = 2.1, maka dapat ditentukan nilai k (berdasarkan tabel 2.5) untuk setiap periode ulang pada contoh perhitungan hujan rencana 5 tahunan berikut:

$$\begin{aligned}\text{Log } R_5 &= \overline{\text{log } \bar{R}} + k \cdot S_{\text{log } R} \\ &= 1.89 + 0.592 \cdot 0.23 = 2.028\end{aligned}$$

$$R_5 = 10^{2.027} = 106.572 \text{ mm}$$

Untuk nilai hujan rencana periode ulang 5, 10, 25, 50, dan 100 dari hasil perhitungan, dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Nilai Hujan Rencana Periode Ulang T

periode ulang	k	$\log R_t$	R_t	Satuan
R_2	-0.319	1.821	66.215	mm
R_5	0.592	2.028	106.572	mm
R_{10}	1.294	2.187	153.784	mm
R_{25}	2.23	2.399	250.767	mm
R_{50}	2.942	2.561	363.753	mm
R_{100}	3.656	2.723	528.200	mm

Sumber : hasil perhitungan

Hasil perhitungan distribusi metode log pearson tipe III ini, akan diuji kembali menggunakan uji kecocokan chi-square dan smirnov-kolmogorov. Hal tersebut dimaksudkan agar persamaan distribusi peluang yang telah dipilih, dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

4.1.1.3 Uji Kecocokan Chi-Square

Perhitungan uji kecocokan chi-square untuk distribusi log pearson tipe III adalah sebagai berikut:

1. Jumlah data (n) : 17
2. Jumlah kelas (G) : $1 + 3.322 \log (n)$
 $1 + 3.322 \log (17) = 5.09 = 5$
 grup
3. Data pengamatan dibagi menjadi 5 grup dengan peluang interval 0.2. Peluang tiap kelompok adalah sebagai berikut:
 Grup 1 = $P \leq 0.2$
 Grup 2 = $0.2 < P \leq 0.4$
 Grup 3 = $0.4 < P \leq 0.6$
 Grup 4 = $0.6 < P \leq 0.8$
 Grup 5 = $P > 0.8$

Contoh perhitungan batas grup

Untuk peluang (P) = 0.8

$$\begin{aligned}
 \text{Log } R_t &= \overline{\log R} + k \cdot S_{\log R} \\
 &= 1.89 + (-0.689) \cdot 0.23 = 1.737 \\
 R_{p=0.8} &= 10^{1.737} = 54.6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Sedangkan k didapat dari interpolasi nilai pada tabel 2.5, dengan CS = 2.1

$$\begin{aligned}
 \frac{x-x_1}{x_2-x_1} &= \frac{y-y_1}{y_2-y_1} \\
 \frac{80-50}{99-50} &= \frac{y-(-0.319)}{-0.946-(-0.319)} \\
 k &= \frac{30(-0.946+0.319)}{49} - 0.319 = 0.703
 \end{aligned}$$

Variabel dari data pengamatan dan hasil perhitungan Chi-Square ditunjukkan pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4.5 Perhitungan Batas Setiap Grup

	Peluang	k	log R_t	R_t
1	0.2	0.59	2.027189	106.4607
2	0.4	-0.02	1.888794	77.40939
3	0.6	-0.447	1.791917	61.93221
4	0.8	-0.703	1.733836	54.17959

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Chi-Square

kelas (G)	nilai batas sub kelompok	jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
		O_i	E_i		
1	$x < 54.6$	3	3.4	0.16	0.047
2	$54.6 < x < 62.4$	5	3.4	2.56	0.753
3	$62.4 < x < 77.4$	3	3.4	0.16	0.047
4	$77.4 < x < 106.5$	4	3.4	0.36	0.106
5	$106.5 < x$	2	3.4	1.96	0.576
	Jumlah	17	17	5.2	1.53

Sumber : hasil perhitungan

Dari tabel 4.6, diperoleh nilai chi-square hitung adalah $\chi_h^2 = 1.53$. Berdasarkan tabel 2.6, pada derajat kebebasan $dk = G-R-1 = 5-2-1 = 2$ dan derajat kepercayaan $(\alpha) = 0.05$, didapatkan nilai $\chi^2 = 5.991$. Dikarenakan $\chi_h^2 = 1.53 < \chi^2 = 5.991$, maka distribusi Log Pearson Tipe III dapat diterima.

4.1.1.4 Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

Contoh perhitungan data curah hujan tahun 2015 sebesar $R = 391 \text{ mm}$

1. Diketahui nilai $\overline{\log R} = 1.89$ dan $S_{\log R} = 0.23$

$$m = 1 ; n = 17 ; \log R = 2.592$$

2. Peluang pengamatan

$$P(x) = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{17+1} = 0.06$$

$$P(x <) = 1 - P(x) = 1 - 0.06 = 0.94$$

3. Peluang teoritis pengamatan

$$f(t) = \frac{\log R - \overline{\log R}}{S_{\log R}} = \frac{2.592 - 1.89}{0.23} = 3.08$$

$$P'(x) = 1 - P'(x <)$$

Dimana nilai $P'(x <)$ didapat dari tabel III-1 (Soewarno, 1995) dengan nilai $f(t) = 3.08$. Nilai $P'(x <) = 0.999$, sehingga $P'(x) = 1 - 0.999 = 0.001$.

4. $D = |P(x <) - P'(x <)|$
 $= |0.944 - 0.999| = 0.055$

Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Smirnov – Kolmogorov

No	Thn.	R maks (mm)	log R maks (mm)	m	P (x)	P (x<)	f (t)	P' (x)	P' (x<)	D
1	2015	391	2.592	1	0.056	0.944	3.080	0.001	0.999	0.055
2	2000	168	2.225	2	0.111	0.889	1.463	0.072	0.928	0.039
3	2014	100	2.000	3	0.167	0.833	0.470	0.319	0.681	0.153
4	2013	95	1.978	4	0.222	0.778	0.372	0.356	0.644	0.133
5	1999	91	1.959	5	0.278	0.722	0.290	0.386	0.614	0.108
6	2001	90	1.954	6	0.333	0.667	0.268	0.394	0.606	0.060
7	2003	75	1.875	7	0.389	0.611	-0.081	0.532	0.468	0.143
8	2007	69	1.839	8	0.444	0.556	-0.240	0.595	0.405	0.150
9	2012	66	1.820	9	0.500	0.500	-0.325	0.629	0.371	0.129
10	2006	61	1.785	10	0.556	0.444	-0.476	0.684	0.316	0.129
11	2008	61	1.785	11	0.611	0.389	-0.476	0.684	0.316	0.073
12	2002	59	1.771	12	0.667	0.333	-0.540	0.705	0.295	0.039
13	2004	55	1.740	13	0.722	0.278	-0.674	0.749	0.251	0.026
14	2011	55	1.740	14	0.778	0.222	-0.674	0.749	0.251	0.029
15	2005	54	1.732	15	0.833	0.167	-0.709	0.761	0.239	0.072
16	2010	50	1.699	16	0.889	0.111	-0.857	0.805	0.195	0.084
17	2009	49.1	1.691	17	0.944	0.056	-0.891	0.813	0.187	0.131

Sumber : hasil perhitungan

Dari tabel 4.7, diperoleh nilai D maksimum hitung uji smirnov-kolmogorov adalah 0.153. Berdasarkan tabel 2.7, pada $n = 17$ dan derajat kepercayaan (α) = 0.05, didapatkan nilai D_o kritis = 0.32. Dikarenakan D maksimum hitung = 0.153 < D_o kritis = 0.32, maka distribusi Log Pearson Tipe III dapat diterima.

4.1.2 Perhitungan Hidrograf

Perhitungan hidrograf satuan sintetis (HSS) menggunakan metode nakayasu adalah sebagai berikut :

Diketahui nilai A (luas DAS Guring) = 4180209.46 m² = 4.2 km² dan L (panjang sungai Guring) = 3793.7451 m = 3.8 km. Nilai A dan L diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan AutoCad peta topografi DAS Guring. Nilai A dan L tersebut digunakan untuk menghitung variabel-variabel hidrograf.

$$\begin{aligned}
 t_g &= 0.21 L^{0.7} = 0.21 \times 3.8^{0.7} = 0.534 \text{ jam} \\
 t_r &= 0.75 t_g = 0.75 \times 0.53 = 0.401 \text{ jam} \\
 T_p &= t_g + 0.8 t_r = 0.53 + (0.8 \times 0.4) = 0.854 \text{ jam} \\
 T_{0.3} &= \alpha t_g = 2 \times 0.53 = 1.068 \text{ jam} \\
 Q_p &= \frac{1}{3.6} \left(\frac{A \cdot R_e}{0.3 T_p + T_{0.3}} \right) = \frac{1}{3.6} \left(\frac{4.2 \times 1 \text{ mm}}{(0.3 \times 0.854) + 1.068} \right) \\
 &= 0.877 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan hidrograf satuan sintetis metode nakayasu pada tabel 4.8 dan gambar 4.1 didapatkan dari contoh perhitungan sebagai berikut :

1. Pada kurva naik $0 < t \leq T_p$, untuk $t = 0.5$ jam

$$\text{Nilai } Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2.4} = 0.877 \left(\frac{0.5}{0.854} \right)^{2.4} = 0.2423 \text{ m}^3/\text{detik}$$

2. Pada kurva turun $T_p < t \leq T_p + T_{0.3}$, untuk $t = 1$ jam

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai } Q_t &= Q_p \times 0.3^{\left(\frac{t-T_p}{T_{0.3}} \right)} = 0.877 \times 0.3^{\left(\frac{1-0.854}{1.068} \right)} \\
 &= 0.7441 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

3. Pada kurva turun $T_p + T_{0.3} < t \leq T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3}$, untuk $t = 3$ jam

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai } Q_t &= Q_p \times 0.3^{\left(\frac{t-T_p+0.5 T_{0.3}}{1.5 T_{0.3}} \right)} \\
 &= 0.877 \times 0.3^{\left(\frac{3-0.854+(0.5 \times 1.068)}{1.5 \times 1.068} \right)} \\
 &= 0.117 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

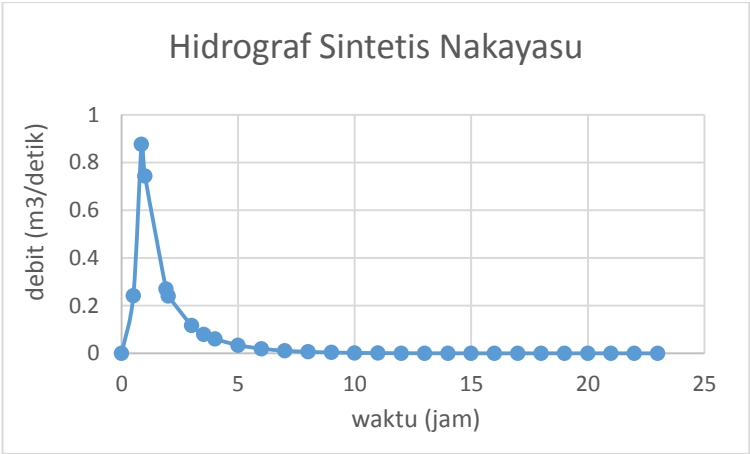
4. Pada kurva turun $t > T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3}$, untuk $t = 10$ jam

$$\begin{aligned}\text{Nilai } Q_t &= Q_p \times 0.3^{\left(\frac{t-T_p+1.5 T_{0.3}}{2 T_{0.3}}\right)} \\ &= 0.877 \times 0.3^{\left(\frac{10-0.854+(1.5 \times 1.068)}{2 \times 1.068}\right)} \\ &= 0.0021 \text{ m}^3/\text{detik}\end{aligned}$$

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu

t (jam)	Q (m ³ /detik)	t (jam)	Q (m ³ /detik)
0	0	10	0.0021
0.5	0.2423	11	0.0012
0.85	0.8768	12	0.0007
1	0.7441	13	0.0004
1.9	0.2698	14	0.0002
2	0.2410	15	0.0001
3	0.1170	16	0.0001
3.52	0.0792	17	0.0000
4	0.0604	18	0.0000
5	0.0344	19	0.0000
6	0.0196	20	0.0000
7	0.0111	21	0.0000
8	0.0063	22	0.0000
9	0.0036	23	0.0000

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.1 Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu

Perhitungan Hidrograf Banjir Rancangan Nakayasu

Contoh perhitungan untuk T = 2 jam

Pertama, hitung sebaran hujan jam-jaman (tabel 4.9)

$$R_T = \left(\frac{R_{24}}{t}\right) \cdot \left(\frac{t}{T}\right)^{2/3} \quad ; t = 6 \text{ jam (Untuk Indonesia)}$$

$$R_T = \left(\frac{1 \text{ mm}}{6 \text{ jam}}\right) \cdot \left(\frac{6 \text{ jam}}{2 \text{ jam}}\right)^{2/3} = 0.3467 R_{24}$$

Tabel 4.9 Perhitungan Sebaran Hujan Jam-Jaman

T (jam)	R _T (mm/jam)	
1	0.550	R ₂₄
2	0.347	R ₂₄
3	0.265	R ₂₄
4	0.218	R ₂₄
5	0.188	R ₂₄
6	0.167	R ₂₄

Sumber: Hasil Perhitungan

Kedua, hitung nisbah hujan jam-jaman (tabel 4.10)

$$\begin{aligned} R_t &= (T \cdot R_T) - \{(T - 1) \cdot (R_{T-1})\} \\ &= (1 \cdot 0.347R_{24}) - \{(2 - 1) \cdot (0.55R_{24})\} = 0.143 R_{24} \end{aligned}$$

Dengan diketahui hujan rencana periode ulang 10 tahunan (R_{10}) = 153.78 mm, maka nilai dari kolom 4 baris kedua pada tabel 4.11 adalah $0.143 \cdot 153.78 \text{ mm} = 21.997 \text{ mm}$

Tabel 4.10 Perhitungan Nisbah Hujan Jam-Jaman

Hujan rencana periode ulang 10 tahunan (R_{10}) = 153.78 mm					
t (jam)	R_t				
1	0.550	R_{24}	kolom 3 =	84.628	mm
2	0.143	R_{24}	kolom 4 =	21.997	mm
3	0.100	R_{24}	kolom 5 =	15.430	mm
4	0.080	R_{24}	kolom 6 =	12.284	mm
5	0.067	R_{24}	kolom 7 =	10.373	mm
6	0.059	R_{24}	kolom 8 =	9.067	mm

Sumber: Hasil Perhitungan

Kolom 2 pada tabel 4.11 didapatkan dari hasil tabel 4.8. Sedangkan untuk mendapatkan hidrograf banjir rancangan (gambar 4.2) dari hasil kolom 9 adalah sebagai berikut:

3 jam hujan

$$\text{Kolom 3} = 0.117 \cdot 84.63 = 9.905 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{Kolom 4} = 0.241 \cdot 22 = 5.302 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{Kolom 5} = 0.27 \cdot 15.43 = 4.163 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{Kolom 6} = 0.744 \cdot 12.28 = 9.141 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{Kolom 7} = 0.877 \cdot 10.37 = 9.095 \text{ m}^3/\text{detik}$$

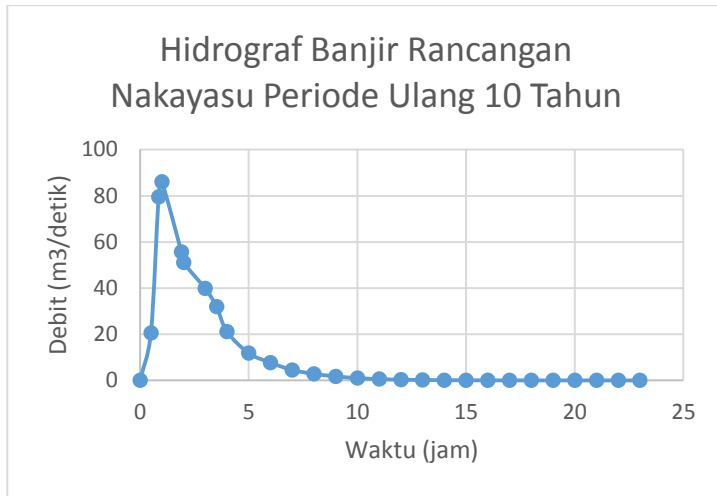
$$\text{Kolom 8} = 0.242 \cdot 9.07 = 2.197 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Kolom 9} &= 9.905 + 5.302 + 4.163 + 9.141 + 9.095 + 2.197 \\ &= 39.803 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Tabel 4.11 Perhitungan Hidrograf Banjir Rancangan Nakayasu
Periode Ulang 10 Tahun

Jam	HSS	Curah Hujan						Debit
	m3/dtk	84.63	22.00	15.43	12.28	10.37	9.07	m3/dtk
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
0	0	0						0
0.5	0.242	20.506	0					20.506
0.854	0.877	74.200	5.330	0				79.530
1	0.744	62.972	19.286	3.739	0			85.997
1.9	0.270	22.832	16.368	13.529	2.976	0		55.705
2	0.241	20.398	5.935	11.482	10.770	2.514	0	51.098
3	0.117	9.905	5.302	4.163	9.141	9.095	2.197	39.803
3.52	0.079	6.701	2.575	3.719	3.314	7.719	7.950	31.978
4	0.060	5.108	1.742	1.806	2.961	2.799	6.747	21.163
5	0.034	2.907	1.328	1.222	1.438	2.500	2.446	11.841
6	0.020	1.655	0.756	0.931	0.973	1.214	2.186	7.714
7	0.011	0.942	0.430	0.530	0.741	0.821	1.061	4.526
8	0.006	0.536	0.245	0.302	0.422	0.626	0.718	2.849
9	0.004	0.305	0.139	0.172	0.240	0.356	0.547	1.760
10	0.002	0.174	0.079	0.098	0.137	0.203	0.312	1.002
11	0.001	0.099	0.045	0.056	0.078	0.115	0.177	0.570
12	0.001	0.056	0.026	0.032	0.044	0.066	0.101	0.324
13	0.000	0.032	0.015	0.018	0.025	0.037	0.057	0.185
14	0.000	0.018	0.008	0.010	0.014	0.021	0.033	0.105
15	0.000	0.010	0.005	0.006	0.008	0.012	0.019	0.060
16	0.000	0.006	0.003	0.003	0.005	0.007	0.011	0.034
17	0.000	0.003	0.002	0.002	0.003	0.004	0.006	0.019
18	0.000	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.011
19	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.006
20	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.004
21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002
22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001

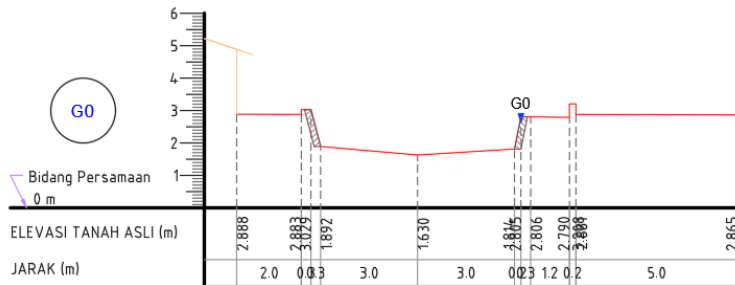
Sumber: Hasil Perhitungan



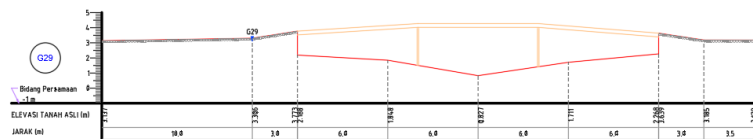
Gambar 4.2 Hidrograf Banjir Rancangan Nakayasu Periode Ulang 10 Tahun

4.2 Analisis Hidrolika

Data hidrolika yang didapatkan berupa *file* AutoCad, seperti gambar 4.3 dan 4.4. Gambar 4.3 menggambarkan kondisi eksisting keadaan sungai Guring bagian hulu, sedangkan gambar 4.4 menggambarkan kondisi eksisting keadaan sungai Guring bagian hilir. Dikarenakan *input* sungai nantinya dalam bentuk segi-4 (*rectangular*), yang jelas berbeda dari gambar 4.3 dan 4.4 kondisi eksisting, maka perlu adanya perhitungan luas penampang dari kondisi eksisting. Nilai hasil perhitungan luas penampang tersebut digunakan untuk menghitung dimensi penampang baru berbentuk segi-4 (*rectangular*). Didesain kedalaman penampang 2 meter, sehingga dapat dicari lebar dari penampang sungai. Desain kedalaman tersebut berdasarkan rata-rata kedalaman sungai yang bervariasi dari 1.1 hingga 2.9 meter. Dimensi penampang baru, berbentuk *rectangular*, dapat dilihat pada tabel 4.12.



Gambar 4.3 Potongan Melintang Hulu Sungai Guring



Gambar 4.4 Potongan Melintang Hilir Sungai Guring

Tabel 4.12 Dimensi Penampang *Rectangular* Sungai

Section	area (m ²)	depth (m)	width (m)	Section	area (m ²)	depth (m)	width (m)
G 0	7.3115	2	3.66	G 15	20.8915	2	10.45
G 1	7.9383	2	3.97	G 16	15.7703	2	7.89
G 2	7.8514	2	3.93	G 17	10.487	2	5.24
G 3	9.9932	2	5.00	G 18	19.713	2	9.86
G 4	12.062	2	6.03	G 19	30.3978	2	15.20
G 5	15.0276	2	7.51	G 20	31.8865	2	15.94
G 6	12.2745	2	6.14	G 21	18.588	2	9.29
G 7	10.02	2	5.01	G 22	32.7684	2	16.38
G 8	13.375	2	6.69	G 23	18.2552	2	9.13
G 9	23.025	2	11.51	G 24	32.488	2	16.24
G 10	19.3655	2	9.68	G 25	34.9741	2	17.49
G 11	27.4915	2	13.75	G 26	20.0784	2	10.04
G 12	32.653	2	16.33	G 27	31.6741	2	15.84
G 13	16.642	2	8.32	G 28	47.115	2	23.56
G 14	16.466	2	8.23	G 29	43.26	2	21.63

Sumber: Hasil Perhitungan

4.3 FLO-2D *Grid Developer System Model*

FLO-2D *Grid Developer System* (GDS) adalah alat GIS software terintegrasi yang digunakan untuk memfasilitasi penciptaan semua data yang dibutuhkan untuk menjalankan model FLO-2D. GDS menyederhanakan konstruksi dari perbedaan sistem *grid* yang terbatas dan memungkinkan *editing* grafis dari atribut dan komponennya.

Satu dari fungsi utama GDS adalah untuk mengedit atribut elemen *grid* secara grafis seperti jalan, penghalang aliran, tanggul, curah hujan, penguapan, infiltrasi, saluran, struktur hidrolis, sedimen transportasi dan aliran lumpur parameter, cekungan penahanan, dan nilai *n* (manning) secara interaktif menggunakan *mouse* dan klik kejadian. Semua data divalidasi untuk meminimalkan kesalahan *input* yang umum.

Data GDS dimasukkan melalui kotak dialog jendela (*window dialog box*) dan disimpan dalam file untuk pengambilan nantinya. Input data pengguna divalidasi untuk menghindari *out-of-range value*. Nilai-nilai standar atau rekomendasi akan sering ditampilkan ketika kotak dialog terbuka. GDS dalam pemodelannya mungkin memerlukan atau menggunakan data-data berikut:

1. Data medan elevasi direpresentasikan sebagai titik topografi secara acak/DTM (format .PTS);
2. Data medan elevasi dalam file ASCII Grid (format .TXT, .ASC, .DAT);
3. Batas wilayah studi (koordinat);
4. Kekasaran Manning (*n*-nilai) dalam format *shapefile* (.SHP);
5. Tabel penggunaan lahan dalam format *shapefile* (.SHP);
6. File gambar dalam salah satu format berikut: BMP, JPG, ArcInfo INFO Grid, GeoTIFF, Gambar Katalog, JPEG, MrSID, TIFF, JPEG, BMP;
7. Data curah hujan ukur dalam file ASCII Grid (format .TXT);

8. Banjir inflow hidrograf (.HYD atau dari format file HEC-RAS)

Adapun pemodelan yang dilakukan menggunakan data-data poin 1,2,3, dan 8 dalam GDS serta dibahas pada sub-bab berikut ini, adalah :

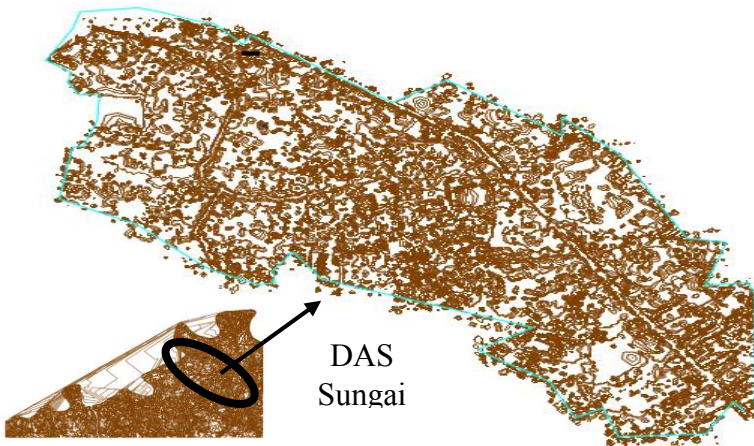
1. Pemodelan menggunakan data hujan (pemodelan 1)
2. Pemodelan menggunakan data hujan, penampang saluran, dan tanpa data pasang surut (pemodelan 2)
3. Pemodelan menggunakan data hujan, penampang saluran, dan dengan data pasang surut (pemodelan 3)
4. Pemodelan menggunakan hidrograf *inflow*, penampang saluran, dan tanpa data pasang surut (pemodelan 4)
5. Pemodelan menggunakan hidrograf *inflow*, penampang saluran, dan dengan data pasang surut (pemodelan 5)

Dari kelima pemodelan yang telah disebutkan diatas, data *input* yang paling utama adalah data medan elevasi yang direpresentasikan sebagai titik topografi secara acak/DTM (format .PTS) dan data medan elevasi dalam file ASCII Grid apabila tidak memiliki data DTM.PTS (format .TXT, .ASC, .DAT);

4.3.1 Topografi *input*

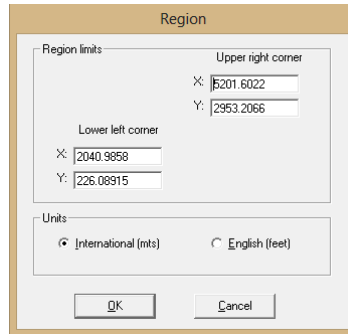
4.3.1.1 Dari AutoCad *File Formats*

Didapatkan data peta topografi potongan kota Banjarmasin berupa *file* .DXF. Data tersebut kemudian dipotong hingga hanya mewakili gambar peta topografi wilayah DAS Guring. Pembuatan DAS Guring disesuaikan dengan kontur dan kondisi eksisting di lapangan. Gambar 4.5 menunjukkan wilayah DAS Guring dalam bentuk .DXF yang akan di-*input*-kan ke aplikasi GDS Flo-2D.

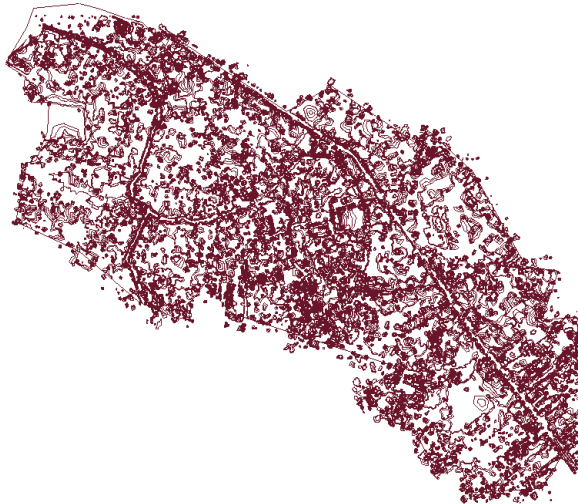


Gambar 4.5 Peta Topografi DAS Guring

Dalam membuat model Flo-2D, hal pertama yang harus dimasukkan adalah data peta topografi baik berasal dari *file* .PTS, .ASC, .DAT, .SHP, FPLAIN.DAT, .DXF, .DWG, dan .PRJ. Dikarenakan data yang didapat adalah berasal dari *file* AutoCad dengan *format*.DXF, maka langkah pertama untuk memulai *project* Flo-2D adalah; *open GDS, new project*, kemudian *from existing CAD file*. Gambar 4.6 adalah *dialog box* yang muncul setelah memilih *file* peta topografi dalam bentuk .DXF. *Dialog box* tersebut untuk mengetahui batas wilayah data peta topografi yang telah di-*input* (*region limits*) yang dipilih dan penggunaan satuan dalam perhitungan baik jenis internasional (mts atau meter-ton-second) atau english (feet). Menurut gambar 4.6, satuan yang dipakai dalam semua perhitungan peta topografi DAS Guring pada GDS adalah satuan meter-ton-second (mts), satuan internasional (SI). Gambar 4.7 merupakan hasil peta topografi yang telah di-*input*-kan ke dalam GDS.



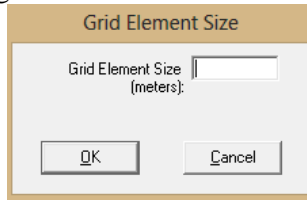
Gambar 4.6 *Dialog Box Region*



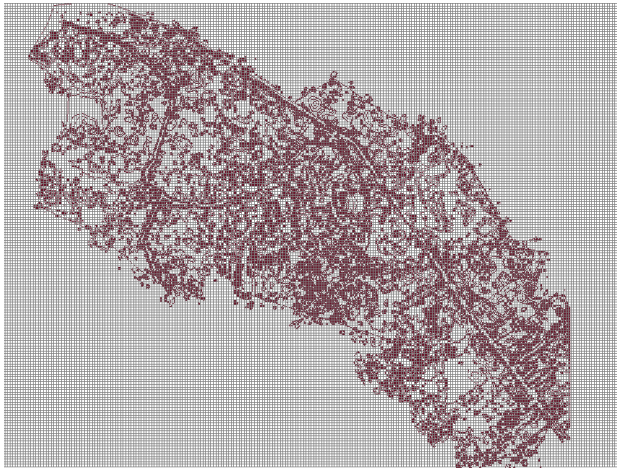
Gambar 4.7 Peta Topografi Pada Aplikasi GDS

Langkah kedua yakni; klik *grid menu*, *create grid*, yang kemudian akan muncul *dialog box* seperti gambar 4.8. Untuk membuat *grid*, perlu adanya keseimbangan antara ukuran elemen *grid* (*number of grid element*), resolusi hasil *running* Flo-2D yang diinginkan, dan waktu *running* model (*model computer runtime*). Semakin kecil memilih ukuran *grid*, semakin besar resolusi hasil

running Flo-2d dan memperlambat waktu *running* model serta memperbesar ukuran *file*. Oleh karena itu, ukuran *grid* yang direkomendasikan menurut Flo-2D *Reference Manual Book* yakni $Q_{peak} / A_{surface} < 0.3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}/\text{m}^2$ dimana $A_{surface}$ adalah luas area permukaan 1 elemen *grid*. Gambar 4.9 merupakan pemodelan DAS Guring dengan ukuran *grid* 15 meter untuk memperoleh hasil *running* model yang maksimal.



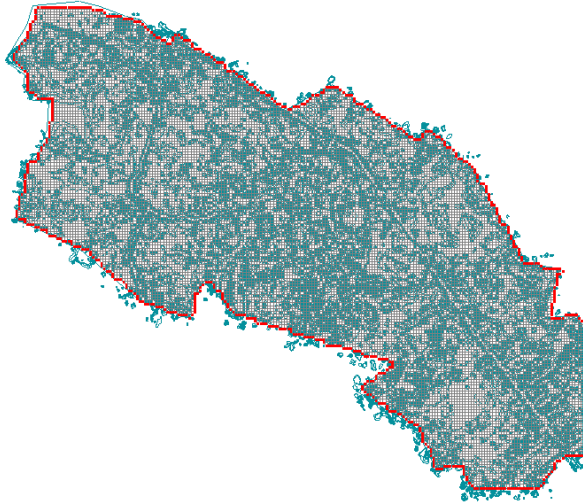
Gambar 4.8 *Dialog Box Grid Element Size*



Gambar 4.9 DAS Guring dengan Ukuran *Grid* 15 Meter

Langkah ketiga yakni; klik *grid menu*, *setup computational area*, *define modelling boundary with polygon*. Langkah ini ditujukan untuk menentukan area selama *running Flo-2D flow depth*. Area tersebut adalah Daerah Aliran Sungai (DAS)

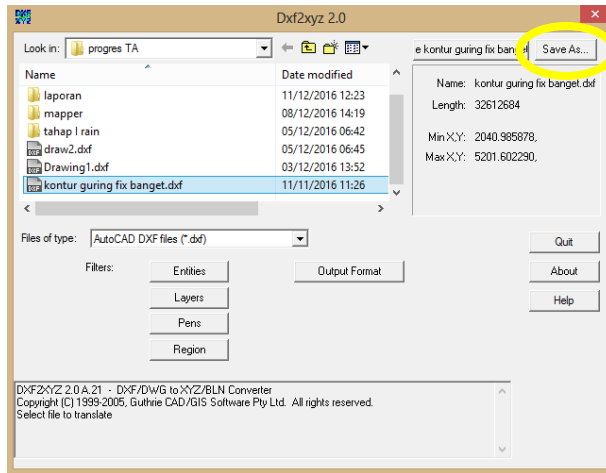
Guring. Gambar 4.10 merupakan *computational area* sungai Guring.



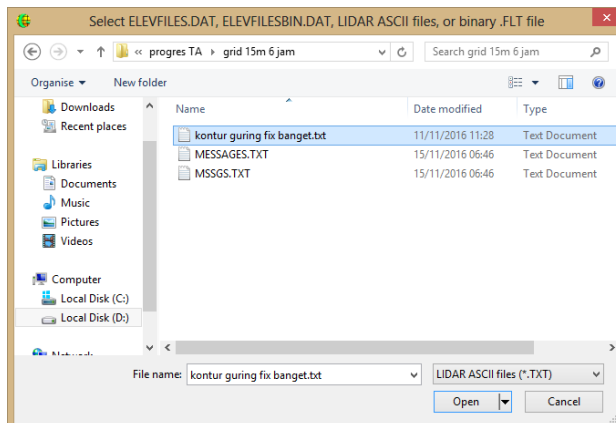
Gambar 4.10 *Computational Area* Sungai Guring

Langkah keempat yakni; klik *grid menu*, *interpolate from multiple elevation files*, lalu pilih salah satu *file* dengan format *ELEVFILES.DAT*, *ELEVFILESBIN.DAT*, *.TXT*, dan *.FLT*. Dikarenakan *file* topografi yang didapat dalam bentuk *.DXF* dan sementara untuk memasukkan nilai elevasi pada *computational area* harus dalam bentuk salah satu *file formats* yang telah disebutkan, maka digunakan *software* *Dxf2xyz 2.0*. Gambar 4.11 merupakan *window* dari aplikasi *Dxf2xyz 2.0*. *Dxf2xyz 2.0* ini adalah aplikasi untuk mengubah *file .DXF* menjadi *file .XYZ*, yang kemudian *file .XYZ* tersebut dibuka menggunakan *notepad* dan disimpan dalam bentuk *.TXT*. Gambar 4.12 menunjukkan *dialog box* untuk memilih *elevation files* dalam bentuk *.TXT*. Setelah itu klik *open* dan kemudian muncul *dialog box* seperti Gambar 4.13 untuk menginterpolasi nilai elevasi yang terbaca melalui *file .TXT* sebelumnya. *Dialog box* pada Gambar 4.14, menunjukkan bahwa

terdapat 2858 *grid* yang belum diketahui elevasinya sehingga perlu adanya interpolasi dari nilai elevasi *grid* terdekat.



Gambar 4.11 Window Program Dxf2xyz 2.0



Gambar 4.12 Select Elevation Files

Grid Element Elevation Interpolation

Minimum number of DTM points to consider in the vicinity of each grid element:

Radius of interpolation (proportional to grid element size):

Inverse distance weighting formula exponent:

High elevation filtering scheme

- ☒ No filtering
- ☐ Maximum elevation difference: meters
- ☐ Standard deviation difference

Low elevation filtering scheme

- ☒ No filtering
- ☐ Maximum elevation difference: meters
- ☐ Standard deviation difference

LIDAR interpolation

- ☒ Use all available elevation points
- ☐ Use this % of elevation points (0,100):

Gambar 4.13 *Dialog Box Grid Element Elevation Interpolation*

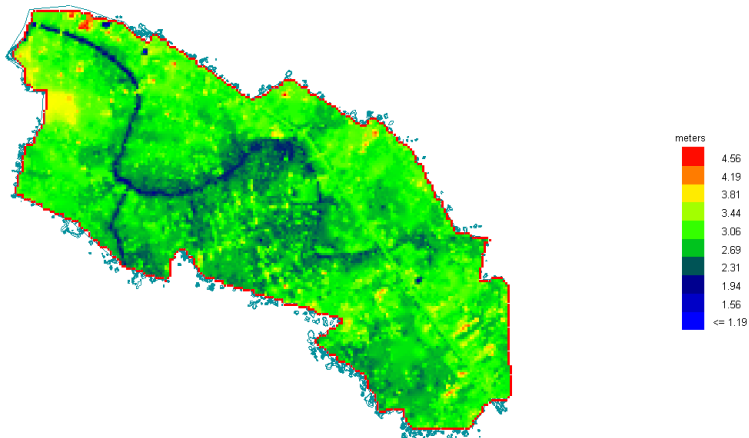
Non-Interpolated Grid Elements

There are 2858 non-interpolated grid elements.
What would you like to do?

- ☒ Interpolate from Nearest Grid Elements
- ☐ Assign this Value to all Non-interpolated Grid Elements:
- ☐ Highlight Non-interpolated Grid Elements and Assign One by One

Gambar 4.14 *Dialog Box Non-Interpolated Grid Elements*

Setelah memasukkan data elevasi pada setiap elemen *grid*, dilakukan rendering untuk memastikan apakah nilai hasil interpolasi elevasi telah benar. Untuk melihat hasil rendering; klik *view menu*, *grid element elevation rendering*, kemudian pilih *cell elevation fill: solid*, sehingga muncul seperti gambar 4.15 berikut.



Gambar 4.15 Hasil *Grid Element Elevation Rendering* tipe *Solid*

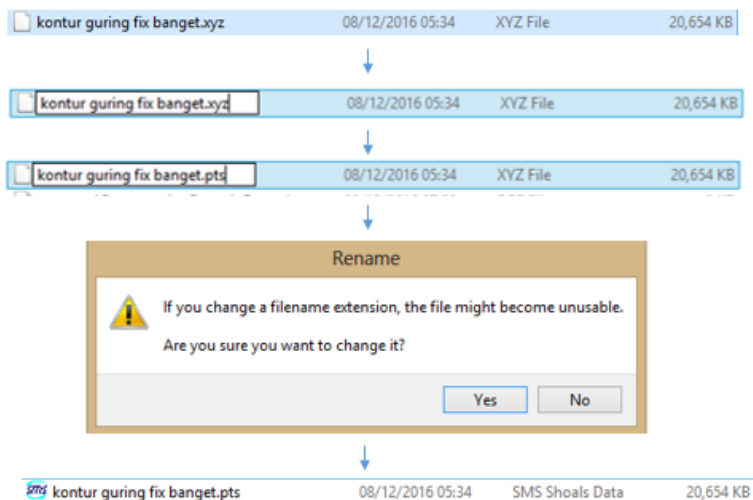
Langkah satu hingga empat tersebut, disimpan dengan cara klik *file*, *save flo-2D files* sebelum melanjutkan ke tahap *inputting hydrology data*. *Output* dari data topografi CONT.DAT, CADPTS.DAT, TOLER.DAT, dan FPLAIN.DAT

4.3.1.2 Dari DTM File Formats

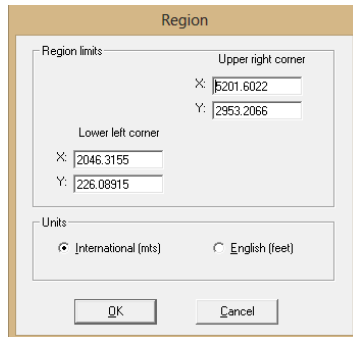
File format dari data DTM ini adalah .PTS. Dikarenakan data topografi yang diperoleh adalah dalam bentuk AutoCad yang memiliki *file format* .DXF, maka harus dikonversikan terlebih dahulu ke bentuk ASCII text files dengan *format* .XYZ. Proses konversi *file* telah dijelaskan pada sub-bab 4.3.1.1. Setelah didapat *file format* .XYZ, *file* tersebut di-*rename* menjadi *file format* .PTS seperti gambar 4.16 . Hal ini dapat dilakukan karena .PTS *file format* menyimpan data titik lokasi x, y, dan z dari sebuah peta topografi.

Untuk memasukkan *file* topografi dengan *format* dtm.PTS, maka langkah selanjutnya yakni: buka GDS > klik *file*, *new project, from DTM elevation point*. Gambar 4.17 adalah *dialog box* yang muncul setelah memilih *file* peta topografi dalam bentuk .PTS. *Dialog box* tersebut fungsinya sama seperti *input* .DXF yang

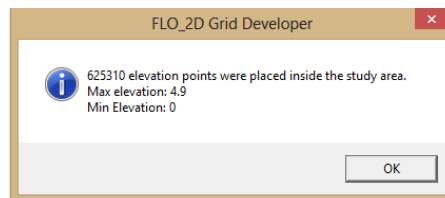
telah dibahas dalam sub-bab 4.3.1.1 yakni, untuk mengetahui batas wilayah data peta topografi (*region limits*) yang dipilih dan penggunaan satuan dalam perhitungan baik jenis internasional (mts atau meter-ton-second) atau english (feet). Menurut gambar 4.17, satuan yang dipakai dalam semua perhitungan peta topografi DAS Guring pada GDS adalah satuan meter-ton-second (mts), satuan internasional (SI). Gambar 4.18 adalah *dialog box* yang membedakan dengan tahap *input* file format .DXF yakni, memberikan informasi bahwa elevasi DTM peta topografi telah ada. Gambar 4.19 merupakan hasil peta topografi yang telah di-*input*-kan ke dalam GDS.



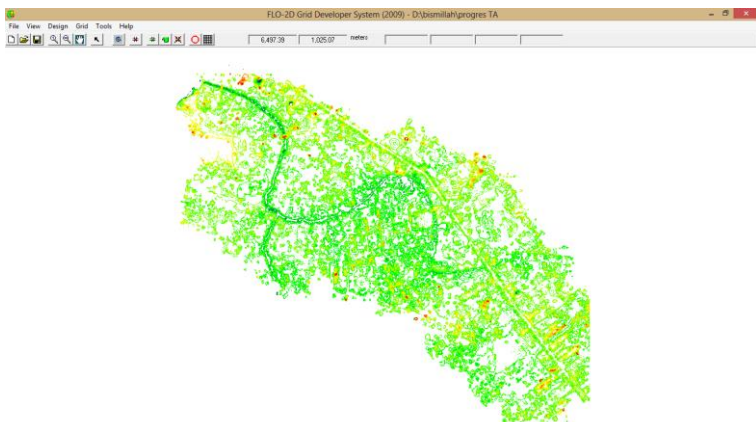
Gambar 4.16 Proses Konversi .XYZ ke .PTS



Gambar 4.17 *Dialog Box Region Limits*



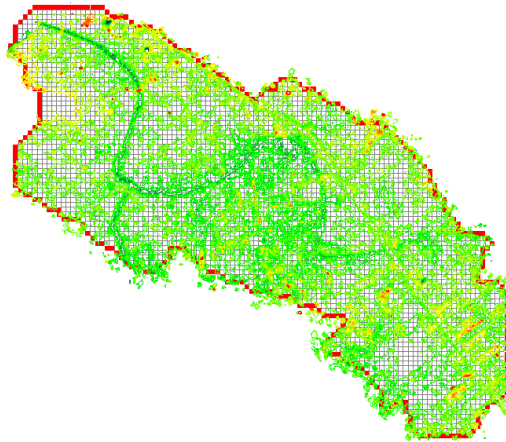
Gambar 4.18 *Dialog Box DTM Elevation Points*



Gambar 4.19 Peta Topografi *File Format .PTS* Pada Flo-2D GDS

Untuk langkah selanjutnya membuat *grid* dan *setup computational area* memiliki cara yang sama dengan yang dibahas pada sub-bab 4.3.1.1. Namun, dalam sub-bab ini, *grid* yang dipakai berukuran 30 x 30 meter. Setelah membuat *grid* dan *computational area* (gambar 4.20), titik-titik elevasi data DTM diinterpolasi dengan cara klik pada menu *Grid, Interpolate Elevation Points*. *Dialog box*, gambar 4.21, akan menampilkan parameter interpolasi elevasi. Kemudian klik OK, titik-titik elevasi telah dimasukkan pada setiap *grid*.

Langkah terakhir untuk tahap *inputting* peta topografi sebelum melanjutkan ke tahap *inputting hydrology data* yakni; klik *file, save flo-2D files*. *Output* dari data topografi dari file formats .PTS sama dengan data topografi file formats .DXF yaitu; CONT.DAT, CADPTS.DAT, TOLER.DAT, dan FPLAIN.DAT.



Gambar 4.20 *Grid dan Computational Area Input File Format .PTS*

Grid Element Elevation Interpolation

Minimum number of DTM points to consider in the vicinity of each grid element: 8

Radius of interpolation (proportional to grid element size): 1

Inverse distance weighting formula exponent: 2

High elevation filtering scheme

☒ No filtering

☐ Maximum elevation difference: 5 meters

☐ Standard deviation difference

Low elevation filtering scheme

☒ No filtering

☐ Maximum elevation difference: 5 meters

☐ Standard deviation difference

LIDAR interpolation

☒ Use all available elevation points

☐ Use this % of elevation points (0,100): 100

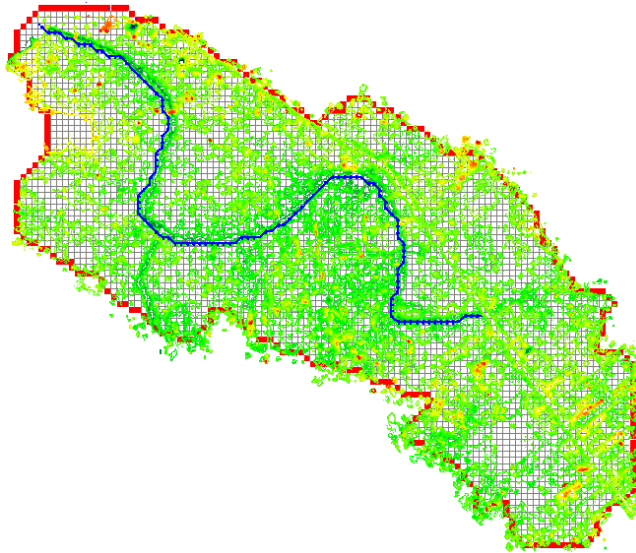
OK Cancel

Gambar 4.21 *Dialog Box Parameter Interpolasi Elevasi Input File Format .PTS*

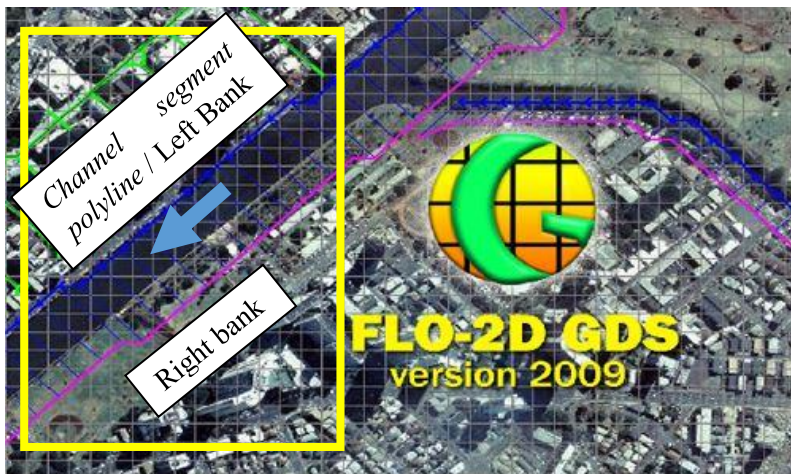
4.3.2 Hidrolika *Input*

Pembahasan hidrolika *input* ini menjelaskan cara memasukkan data dimensi penampang sungai Guring beserta kemiringan dasar sungai ke dalam program GDS. Tahap ini dilakukan setelah *Output File Formats* pada sub-bab 4.3.1.2 telah dibuat.

Langkah pertama dalam memasukkan data hidrolika yakni; klik *Tools menu, create channel segment with a polyline*. Pembuatan *channel segment polyline* dimulai dari klik elemen *grid inflow* menuju *outflow*. Kemudian klik *apply*, sehingga *channel segment* terlihat seperti gambar 4.22. *Channel segment* yang telah dibuat mewakili elevasi *left bank* (gambar 4.23). *Realign channel*, dengan cara klik pada *polyline* yang telah dibuat, apabila ingin mengubah arah *channel segment polyline*. Dalam pemodelan saluran ini untuk titik hulu berada pada elemen *grid* nomer 3328 dan titik hilir pada elemen *grid* nomer 92.



Gambar 4.22 *Left bank/Channel Segment Polyline*



Gambar 4.23 *Perbedaan Left bank Dan Right bank Pada GDS*

Untuk memasukkan dimensi *channel*/saluran/sungai, klik pada *polyline*, edit *channel segment parameters*. *Dialog box* seperti gambar 4.24 akan muncul. Pada tabel *channel geometry* terdapat kolom *Shape* bertuliskan huruf R, yang berarti penampang *channel* yang dipilih adalah bentuk *rectangular*. Bentuk ini dapat diganti dengan cara isi huruf N, R, V, atau T pada kotak *Assign This Shape To Selection*. Huruf N berarti menggunakan penampang saluran *Natural* (asli, koordinat penampang berasal dari peta topografi). Huruf V adalah penampang saluran berbentuk V, dan Huruf T adalah penampang saluran berbentuk trapesium. Dikarenakan analisis hidrolika menggunakan penampang *rectangular*, maka kolom *shape* diisi huruf R.

Kemudian klik *edit*, untuk memasukkan data geometri sungai (gambar 4.25). Isi kolom *Width* dan *Depth* dari tabel 4.13 dan 4.14. Kemudian, *scroll* ke kanan untuk mengisi koordinat *Right Bank* dan masukkan nilai sesuai dengan tabel 4.15. Setelah kolom *Width*, *Depth*, dan *Right bank* telah terisi (gambar 4.26), klik OK.

Channel Segment

Segment control
Maximum Froude number: [0] Roughness adjustment coefficient: [0] Compute scour/deposition with sediment transport routine: [0]

Initial flow depth
Initial flow depth for all channel elements: [0]

☐ Initial Flow
First Element with Water Elevation: 1st element: 3328 Starting water elev: [0] Last Element with Water Elevation: Last element: 32 Ending water elev: [0]

Channel geometry
Number of channel elements in segment: [116] Edit

Element	Shape	Roughness	Length	LB Elev	RB Elev	Width
1	3328					
2	3328	R	04	30.0		0
3	3214	R	04	30.0		0
4	3160	R	04	36.21		0
5	3107	R	04	36.21		0
6	3056	R	04	30.0		0
7	3006	R	04	30.0		0
8	2955	R	04	30.0		0

Interpolate Cross Sections
Calculate Right Banks
Examine Right Banks

Left bank elevation: []
Right bank elevation: []
Average channel width: [0]
Thalweg channel depth: [0]
Cross section number: [0]
Left side slope: [0]
Right side slope: [0]
Right Bank Cell: [0]

Assign this Shape to Selection: ☐ Total channel segment length: 4020.448

Geometry regression relationships

Area	First relationship		Depth for 2nd relationship	
	Coefficient	Exponent	Coefficient	Exponent
Wetted perimeter	[0]	[0]	[0]	[0]
Top width	[0]	[0]	[0]	[0]

OK Cancel

Gambar 4.24 *Dialog Box Channel Segment*

Channel Geometry

	Element	Shape	Roughness	Length	LB Elev.	RB Elev.	Width	Depth	X Sect.	Left Slope
1	3328	R	.04	30.0			0	0		
2	3269	R	.04	30.0			0	0		
3	3214	R	.04	30.0			0	0		
4	3160	R	.04	36.21			0	0		
5	3107	R	.04	36.21			0	0		
6	3056	R	.04	30.0			0	0		
7	3006	R	.04	30.0			0	0		
8	2955	R	.04	30.0			0	0		
9	2904	R	.04	30.0			0	0		
10	2853	R	.04	30.0			0	0		
11	2804	R	.04	30.0			0	0		

Assign this Value to Selection:

Cut and Paste

Sort

Column name: Sort type:

Gambar 4.25 *Dialog Box Channel Geometry Pada Channel Segment*

Tabel 4.13 *Dimensi Channel*

Section	area (m2)	depth (m)	width (m)	Section	area (m2)	depth (m)	width (m)
G 0	7.3115	2	3.66	G 15	20.8915	2	10.45
G 1	7.9383	2	3.97	G 16	15.7703	2	7.89
G 2	7.8514	2	3.93	G 17	10.487	2	5.24
G 3	9.9932	2	5.00	G 18	19.713	2	9.86
G 4	12.062	2	6.03	G 19	30.3978	2	15.20
G 5	15.0276	2	7.51	G 20	31.8865	2	15.94
G 6	12.2745	2	6.14	G 21	18.588	2	9.29
G 7	10.02	2	5.01	G 22	32.7684	2	16.38
G 8	13.375	2	6.69	G 23	18.2552	2	9.13
G 9	23.025	2	11.51	G 24	32.488	2	16.24
G 10	19.3655	2	9.68	G 25	34.9741	2	17.49
G 11	27.4915	2	13.75	G 26	20.0784	2	10.04
G 12	32.653	2	16.33	G 27	31.6741	2	15.84
G 13	16.642	2	8.32	G 28	47.115	2	23.56
G 14	16.466	2	8.23	G 29	43.26	2	21.63

Tabel 4.13 dan tabel 4.14 menjelaskan, sebagai contoh, untuk section G0 memiliki dimensi penampang sungai lebar 3.66 meter dan kedalaman 2 meter yang di-*input*kan pada elemen *grid* nomer 3328, 3269, 3214, 3160, dan 3107. Untuk pembagian letak section dalam Sungai Guring dapat dilihat pada Gambar Lampiran 1 .

Tabel 4.14 Pembagian Section *Channel* Pada *Grid*

no	section	grid	no	section	grid	no	section	grid	no	section	grid
1	G 0	3328	35	G 7	2551	70	G 16	1099	105	G 26	543
2		3269	36		2508	71		1049	106		498
3		3214	37		2509	72		1001	107		454
4		3160	38		2465	73		951	108	G 27	412
5		3107	39		2419	74		901	109		369
6	G 1	3056	40	G 8	2375	75	G 17	852	110	G 28	326
7		3006	41		2331	76		804	111		284
8		2955	42		2287	77		757	112		243
9		2904	43		2245	78		758	113		203
10	G 2	2853	44	G 9	2203	79	G 18	759	114	G 29	162
11		2804	45		2162	80		760	115		122
12		2757	46		2121	81		809	116		92
13		2711	47	G 10	2081	82		859			
14		2665	48		2041	83	G 19	860			
15	G 3	2620	49		2000	84		911			
16		2576	50	G 11	1959	85		912			
17		2577	51		1919	86	G 20	913			
18		2578	52		1879	87		914			
19		2579	53		1938	88	G 21	966			
20		2625	54		1796	89		967			
21		2626	55	G 12	1754	90		968			
22	G 4	2627	56		1713	91	G 22	1019			
23		2628	57		1670	92		1020			
24		2629	58		1628	93		1021			
25		2675	59		1586	94	G 23	972			
26		2676	60		1544	95		973			
27	G 5	2677	61	G 13	1501	96		974			
28		2678	62		1460	97	G 24	924			
29		2634	63		1420	98		875			
30		2635	64		1379	99	G 25	827			
31	G 6	2636	65	G 14	1337	100		780			
32		2637	66		1294	101		733			
33		2593	67		1247	102		685			
34		2550	68	G 15	1199	103		638			
			69		1149	104		590			

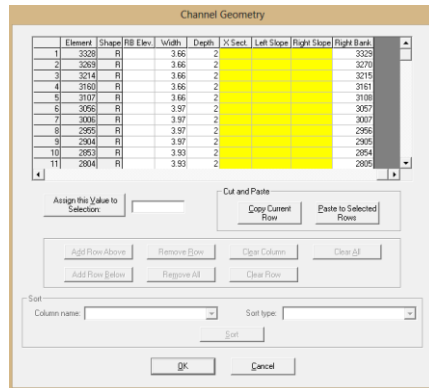
Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.15 berikut, berisikan data nomer elemen *grid* untuk *left bank* (kolom *Grid*) dan *right bank*. Nilai pada kolom *right bank* ini yang akan dimasukkan pada kolom *Right Bank* pada program GDS, *Dialog box Channel Geometry*.

Tabel 4.15 *Right bank Grid Element Number*

NO	GRID	Right Bank	NO	GRID	Right Bank	NO	GRID	Right Bank	NO	GRID	Right Bank
1	3328	3329	36	2508	2552	71	1049	1050	106	498	499
2	3269	3270	37	2509	2553	72	1001	1002	107	454	455
3	3214	3215	38	2465	2466	73	951	952	108	412	413
4	3160	3161	39	2419	2420	74	901	902	109	369	370
5	3107	3108	40	2375	2376	75	852	853	110	326	327
6	3056	3057	41	2331	2332	76	804	805	111	284	285
7	3006	3007	42	2287	2288	77	757	805	112	243	244
8	2955	2956	43	2245	2246	78	758	806	113	203	204
9	2904	2905	44	2203	2204	79	759	807	114	162	163
10	2853	2854	45	2162	2163	80	760	808	115	122	123
11	2804	2805	46	2121	2122	81	809	858	116	92	93
12	2757	2758	47	2081	2082	82	859	909			
13	2711	2712	48	2041	2042	83	860	910			
14	2665	2666	49	2000	2001	84	911	962			
15	2620	2621	50	1959	1960	85	912	963			
16	2576	2621	51	1919	1920	86	913	964			
17	2577	2622	52	1879	1880	87	914	965			
18	2578	2623	53	1938	1839	88	966	1016			
19	2579	2624	54	1796	1797	89	967	1017			
20	2625	2670	55	1754	1755	90	968	1018			
21	2626	2671	56	1713	1714	91	1019	1068			
22	2627	2672	57	1670	1671	92	1020	1069			
23	2628	2673	58	1628	1629	93	1021	1070			
24	2629	2674	59	1586	1587	94	972	1022			
25	2675	2721	60	1544	1545	95	973	1023			
26	2676	2722	61	1501	1502	96	974	1024			
27	2677	2723	62	1460	1461	97	924	975			
28	2678	2724	63	1420	1421	98	875	925			
29	2634	2679	64	1379	1380	99	827	876			
30	2635	2680	65	1337	1338	100	780	828			
31	2636	2681	66	1294	1295	101	733	781			
32	2637	2682	67	1247	1248	102	685	734			
33	2593	2638	68	1199	1200	103	638	639			
34	2550	2594	69	1149	1150	104	590	591			
35	2551	2595	70	1099	1100	105	543	544			

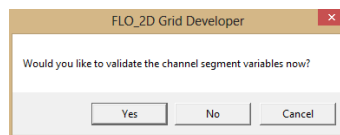
Sumber: Hasil Perhitungan



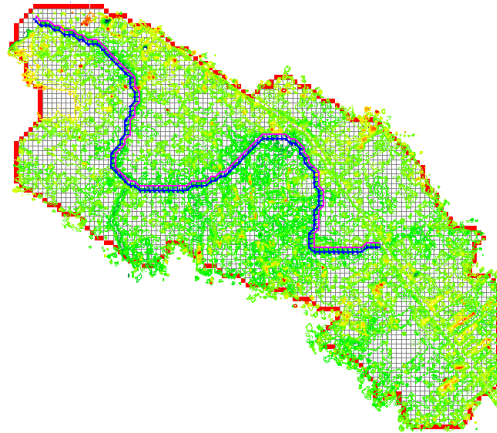
Gambar 4.26 *Channel Geometry* Telah Dimasukkan

Klik OK, pada *dialog box channel segment*. Kemudian akan muncul *dialog box* seperti gambar 4.27, klik *Yes*. Gambar 4.27 menjelaskan bahwa nilai-nilai / data variabel yang telah dimasukkan melalui *dialog box channel segment* akan divalidasi dan di-assign ke dalam elemen-elemen *channel grid*. Gambar 4.28 merupakan model Flo-2D yang telah di-assign nilai variabel-variabel *channel segment*. Garis berwarna biru mewakili *left bank*, sedangkan garis berwarna ungu mewakili *right bank*. *Realign extensions*, dengan cara klik pada *polyline* yang telah dibuat, sama seperti *Realign channel*, apabila ingin mengubah elemen *grid right bank*.

Simpan data yang telah dibuat dengan cara klik *file menu*, *run flo-2D...*, lalu akan muncul *dialog box* seperti gambar 4.29. Isi bagian *Time Control and Plot Variables* dengan *simulation time 23 hours* atau sesuai kebutuhan dan *output interval 0.5 hours* atau sesuai kebutuhan. Pilih *Save Flo-2D input files*, kemudian *Close*.



Gambar 4.27 *Dialog Box Validate Channel Segment Variables*



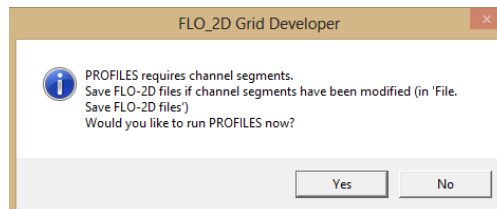
Gambar 4.28 *Left bank dan Right bank Telah Dimasukkan*

FLO-2D Control Variables

Time Control and Plot Variables Simulation Time (hrs): 0.23 Output Interval (hrs): 0.5 Graphics Display: <input type="radio"/> Text Screen <input checked="" type="radio"/> Detailed Graphics <input checked="" type="checkbox"/> Metric <input type="checkbox"/> Backup File	Global Data Modification n-value Adjustment: 0 Floodplain Limiting Froude No: 0 Flow Depth for Depth Duration Analysis: 0 Shallow Flow n-value: 0.2 Bulking Concentration: 0 Encroachment Depth: 0 Area Reduction Factor: 0
System Component Switches <input checked="" type="checkbox"/> Main Channel <input type="checkbox"/> Area Reduction Factors (ARF) <input type="checkbox"/> Streets <input type="checkbox"/> Multiple Channels (Rill and Gullies) <input type="checkbox"/> Levees	Floodplain Display Options Print Options: No Floodplain Output <input type="checkbox"/> Create Supercritical Output File
Physical Processes Switches <input type="checkbox"/> Rainfall <input type="checkbox"/> Mud/Debris <input type="checkbox"/> Infiltration <input type="checkbox"/> Sediment Transport <input type="checkbox"/> Evaporation <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> MODFLO-2D Modelling	Channel Display Options Check "Main Channel" to activate "Channel Print Options!" Channel Print Options: No Channel Output
Conveyance Structure Switches <input type="checkbox"/> Hydraulic Structures <input type="checkbox"/> Floodway Analysis <input type="checkbox"/> Debris Basin	Time Lapse Output <input type="checkbox"/> Time Lapse Output Output Interval (hrs): 0
Numerical Stability Parameters Surface Detention: 0.03 Dynamic Wave Stability Coefficient: 1 Percent Change in Flow Depth: 0.2 Courant Number (range: 0.1 to 1.0): 0.6	
<input type="checkbox"/> Animate Flow within GDS <input type="button" value="Run FLO-2D (Save Files)"/> <input type="button" value="Run FLO-2D (Do not Save Files)"/> <input checked="" type="button" value="Save FLO-2D Input Files"/> <input type="button" value="Close"/>	

Gambar 4.29 *Dialog Box Flo-2D Control Variables untuk Main Channel*

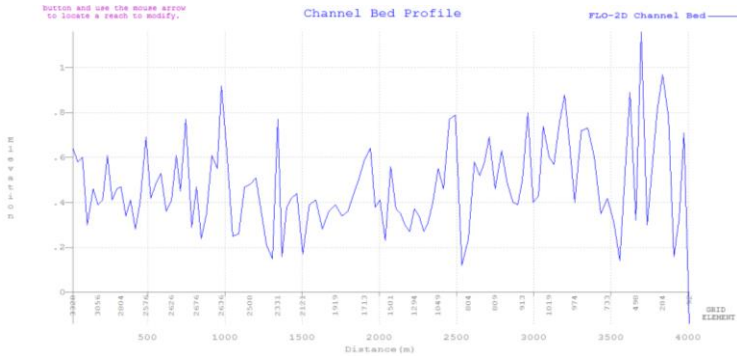
Setelah variabel dimensi sungai telah dimasukkan dan disimpan, klik *file menu*, *Run PROFILES*, *dialog box* gambar 4.30 akan muncul. Klik *Yes*, maka *window PROFILES* akan terbuka (gambar 4.31). Klik *View Segment bed slope* untuk melihat elevasi kemiringan dasar *channel* yang telah dibuat (gambar 4.32). Dikarenakan kemiringan dasar saluran (*channel bed slope*) memiliki elevasi yang naik turun saat di plot ke dalam grafik, maka perlu adanya interpolasi kemiringan dasar saluran dari hulu menuju ke hilir. *Plotting* grafik *channel bed slope* dilakukan secara otomatis dari data topografi yang telah di-*input* kan sebelumnya. Adapun cara interpolasi kemiringan dasar saluran adalah; klik *view local reach* pada titik hilir/hulu (gambar 4.33 merupakan local reach pada titik hilir), kemudian *View/edit Xsection data*, klik *interpolate slope*.



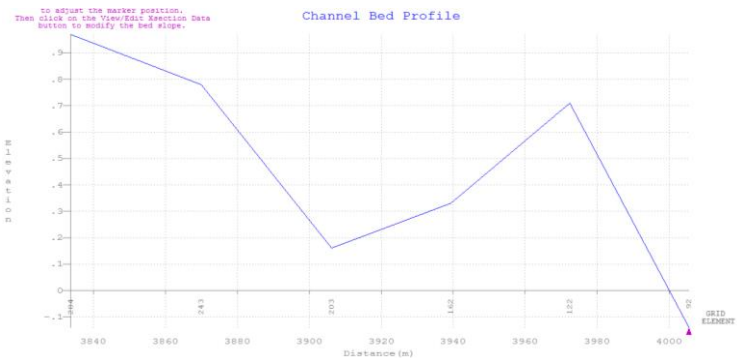
Gambar 4.30 *Dialog Box Run PROFILES Program*



Gambar 4.31 *Window Program PROFILES*



Gambar 4.32 Hasil Plot / Grafik *Channel Bed Profile*

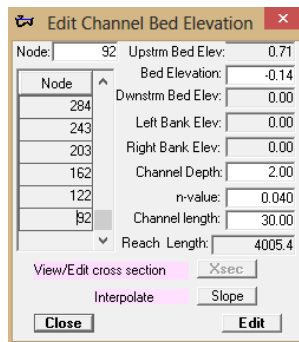


Gambar 4.33 *Channel Bed Profile* Untuk Elemen *Grid* Nomer 284-92

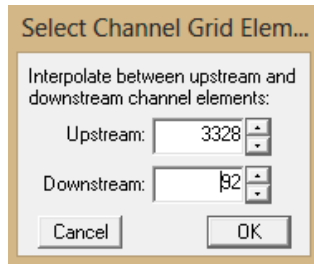
Dialog box View/edit Xsection (gambar 4.34) berisikan data untuk *editing* elevasi dasar saluran, kedalaman saluran, nilai *n-manning*, dan panjang saluran pada masing-masing elemen *channel grid (node)*. Dilihat dari gambar 4.32, agar simulasi aliran berjalan sempurna yakni air mengalir dari dataran tinggi menuju dataran rendah, dasar saluran harus diinterpolasi dengan cara klik *Slope* pada samping tulisan *interpolate*. *Dialog box* seperti gambar 4.35 akan muncul. Isi kotak *upstream* dengan angka 3328 (nomer elemen *grid* pada bagian hulu) dan kotak *downstream* dengan

angka 92 (nomer elemen *grid* pada bagian hilir), lalu klik OK. Gambar 4.36 merupakan hasil interpolasi kemiringan dasar saluran dari hulu menuju hilir. Dapat dilihat dari gambar 4.36 bahwa untuk elevasi dasar saluran hulu berada pada elevasi 0.64, diatas tanah persamaan BM (*bench mark*) lokal, yang didapat dari nilai *surface elevation* = 2.64 m – nilai kedalaman saluran = 2 meter. Sedangkan elevasi hilir berada pada elevasi -0.14, dibawah tanah persamaan BM lokal, didapat dari nilai *surface elevation* = 1.86 m – nilai kedalaman saluran = 2 meter. Dikarenakan elevasi saluran hulu berada 0.78 lebih tinggi daripada elevasi saluran hilir dan tidak adanya grafik naik turun sepanjang kemiringan dasar saluran maka, hal tersebut memungkinkan untuk melakukan simulasi aliran secara sempurna.

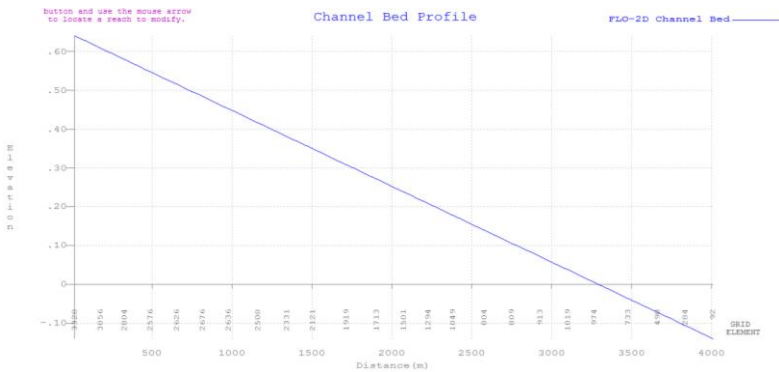
Klik *save menu* pada *window Flo-2D Channel Bed and Water Surface Profiles*. Kemudian, akan muncul *dialog box* seperti pada gambar 4.37. *Replace the files*, lalu klik OK. Klik *exit menu*, untuk keluar dari program *PROFILES*. Dikarenakan data kemiringan dasar saluran yang diedit menggunakan program di luar GDS, maka perlu dimuat ulang dalam program GDS dengan cara klik *file menu*, *open existing Flo-2D project*, pilih file *FPLAIN.DAT* yang baru saja di *replace*. Terakhir sebagai catatan, pastikan elevasi hilir saluran (pada nomer elemen *grid* 92) berada dibawah elevasi nomer elemen *grid* 122. Hal tersebut untuk memudahkan Flo-2D mensimulasikan aliran kedalaman normal.



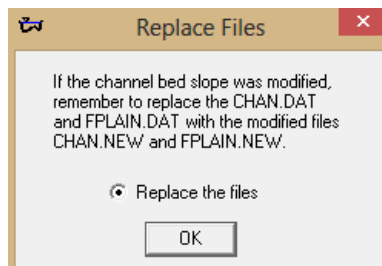
Gambar 4.34 *Dialog Box Edit Channel Bed Elevation*



Gambar 4.35 Interpolasi Kemiringan Dasar Saluran dari Hulu ke Hilir



Gambar 4.36 Hasil Interpolasi Kemiringan Dasar Saluran
(*Channel Bed Profile*)



Gambar 4.37 Dialog Box Replace File FPLAIN.DAT dan CHAN.DAT

4.3.3 Hidrologi input

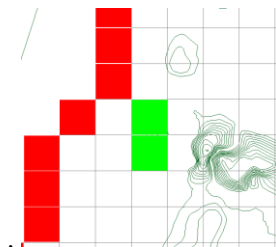
4.3.3.1 Pemodelan 1: Menggunakan Data Hujan

Parameter hujan dapat dimasukkan dan di-edit menggunakan aplikasi GDS. Sebelum melakukan simulasi menggunakan data hujan, diperlukan *files* CONT.DAT, CADPTS.DAT, TOLER.DAT, FPLAIN.DAT, *OUTFLOW.DAT* dan RAIN.DAT. *Files* CONT..DAT, CADPTS.DAT, TOLER.DAT, dan FPLAIN.DAT telah dihasilkan pada pembahasan sub-bab 4.3.1.1, sementara *OUTFLOW.DAT* dan RAIN.DAT belum didapatkan. Oleh karena itu, sub-bab 4.3.3.1 akan membahas mengenai cara mendapatkan *output* *OUTFLOW.DAT* dan RAIN.DAT.

1. *OUTFLOW.DAT*

Untuk mendapatkan *output* *OUTFLOW.DAT*, langkah pertama yakni; klik *grid menu*, *select*, *grid elements*. Pilih *grid* dengan elevasi terendah sebagai elemen *outflow*. Elevasi terendah berada pada bagian hilir Sungai Guring yang bermuara pada Sungai Martapura. Gambar 4.38 menunjukkan bahwa elemen *grid* berwarna hijau adalah *grid* yang akan dipilih sebagai outflow elements.

Langkah kedua yakni; klik *grid menu*, *assign parameter to selection*, *in/out condition*, kemudian akan muncul *dialog box* *inflow/outflow condition* (gambar 4.39). Pilih *outflow* elements (*no hydrograph*) dan *floodplain*, lalu OK. Gambar 4.40 menunjukkan *grid* yang telah diberikan elemen *outflow* tanpa data hidrograf.



Gambar 4.38 *Select Outflow Grid Elements*

Inflow/Outflow Condition

☐ Inflow element with hydrograph
☒ Outflow element (no hydrograph)
☐ Outflow element with hydrograph (diversion)
☐ Outflow element with stage-time relationship
☐ Outflow element with stage-time and free floodplain and channel

☒ Floodplain ☐ Channel ☐ Floodplain and Channel

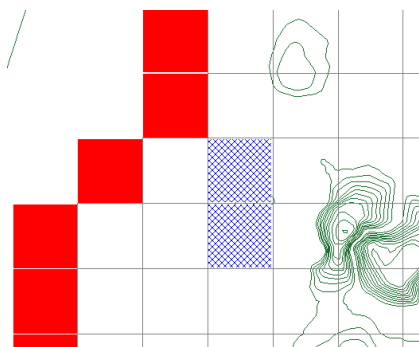
☐ Channel outflow element (with stage-discharge)
☐ No inflow/outflow condition

Hydrograph

☐ Mud hydrograph

 Initial time Final time

Gambar 4.39 *Dialog Box In/Out Condition*



Gambar 4.40 Elemen *Outflow* telah Dimasukkan

2. RAIN.DAT

Untuk mendapatkan *output* RAIN.DAT, langkah pertama yakni; klik *tools menu*, *rain*, kemudian akan muncul *dialog box rainfall variables* (gambar 4.41). Masukkan nilai *Total Storm Rainfall* sesuai dengan hujan rencana yang telah dihitung pada sub-bab 4.1.1.2 yakni R_{25} sebesar 250.767 mm. Klik *Rainfall Distribution* sehingga muncul aplikasi *Rain Editor* (Gambar 4.42).

Rainfall Variables

☐ Free Time Rainfall ☐ Depth-Area Reduction Values ☐ Moving Storm

Total Storm Rainfall: 0 Rainfall Abstraction: 0

Assign distribution, moving storm and spatially variable rainfall Rainfall Distribution

Rain Time and Distribution

Add Change Delete

Time	Percent of Total Rainfall	S. Total Rain

Spatial Variation

Add Change Delete

Grid Element	Depth/Area Reduction

Moving Storm

Direction of Moving Storm

☐ Northwest ☒ North ☐ Northeast
☐ West ☐ East
☐ Southwest ☐ South ☐ Southeast

Moving Storm Speed: 0

OK Cancel

Gambar 4.41 *Dialog Box Rainfall Variables*

RAIN EDITOR

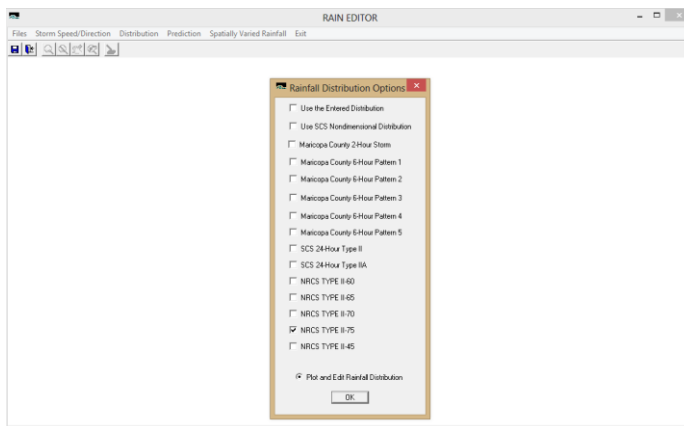
Files Storm Speed/Direction Distribution Prediction Spatially Varied Rainfall Exit

Files Edit Storm Speed/Direction Distribution Prediction Spatially Varied Rainfall Exit

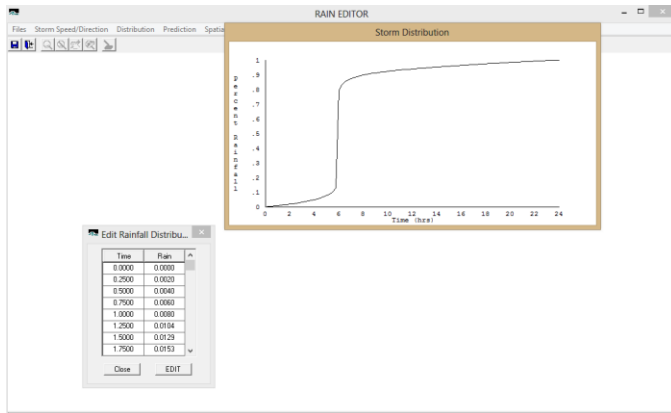
Gambar 4.42 Program *Rain Editor*

Langkah kedua, pada program *Rain Editor*, yakni; Klik *Distribution*, kemudian akan muncul *dialog box Rainfall Distribution Option* (gambar 4.43). Pilih NRCS TYPE II-75 dan *Plot and Edit Rainfall Distribution*, klik OK. Gambar 4.44 menunjukkan grafik distribusi NRCS tipe II-75 dengan nilai koordinat x (time) dan nilai koordinat y (rain). Dipilih distribusi NRCS tipe II-75 ini dikarenakan pada *running time 6 hours* nilai persentase hujan kumulatif adalah 0.7895 atau 78.95% dari 250.767 mm yang nilainya masih lebih besar dari *running time 24 hours* dengan hujan rencana $R_{10} = 153.784$ mm. Hal ini akan mampu mempersingkat waktu *running model*.

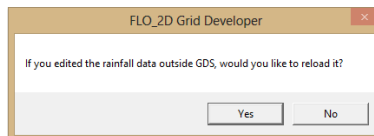
Langkah ketiga yakni; *close* tabel, klik *save the data file*, lalu *exit the program*. Setelah program *rain editor* tertutup, akan muncul *dialog box* seperti gambar 4.45, lalu klik OK. Data distribusi NRCS TYPE II-75 akan mengisi kolom *rain time and distribution* secara otomatis (gambar 4.46), kemudian klik OK. *Save flo-2D files* (pada satu *folder* yang sama dengan *output* data topografi atau dapat membuat folder baru dengan nama *Pemodelan 1*) untuk *outflow elements (no hydrograph)* dan data hujan yang telah dibuat, sehingga menghasilkan *output OUTFLOW.DAT* dan *RAIN.DAT*.



Gambar 4.43 *Dialog Box Rainfall Distribution Option*



Gambar 4.44 Grafik Distribusi NRCS Tipe II-75



Gambar 4.45 Dialog Box untuk Memuat Data Distribusi Hujan NRCS Tipe II-75 pada GDS

The Rainfall Variables dialog box shows the 'Rain Time and Distribution' section. It includes a table for 'Rain Time and Distribution' with columns for 'Time', 'Percent of Total Rainfall', and '% Total Rain'.

Time	Percent of Total Rainfall	% Total Rain
1	0	0
2	0.25	0.002
3	0.5	0.004
4	0.75	0.006
5	1	0.008
6	1.25	0.0104
7	1.5	0.0129

Gambar 4.46 Rain Time and Distribution Kolom telah Terisi

Run flo-2D models dengan *file output* yang telah dibuat yakni CONT.DAT, CADPTS.DAT, TOLER.DAT, FPLAIN.DAT, *OUTFLOW.DAT* dan RAIN.DAT. Klik *file, run flo-2d*, kemudian akan muncul *dialog box flo-2D control variables* (gambar 4.47). Ada beberapa variabel yang harus diperhatikan sebelum *running program flo.exe* yakni; *simulation time*, *output interval* dan *Physical Procesess Switches*. *Simulation time* adalah waktu yang digunakan selama simulasi *running program flo.exe*. Dikarenakan pemilihan distribusi NRCS tipe II-75 ini yang mana persentase hujan kumulatif adalah 0.7895 atau 78.95% dari 528.2 mm selama 6 jam, maka kotak *simulation time* diisi 6. Sedangkan untuk kotak *output interval* diisi 0.5 dengan *Graphic Display: Detailed Graphics*. *Output interval* sama dengan 0.5 ini berarti, selama dilakukannya *simulation time* 6 jam, penambahan nilai waktu simulasi sebesar 0.5 jam. Dipilih 0.5 agar waktu *running program* tidaklah lama. Semakin kecil nilai *output interval*, semakin lama *running program* dan semakin mendetail. Pastikan kotak *rainfall* tercentang dalam kolom *Physical Procesess Switches*. Hal ini bertujuan untuk membolehkan *flo.exe* dalam melakukan simulasi menggunakan data hujan. *Running program* dinyatakan selesai apabila *window flo-2D flow depth* seperti gambar 4.48. Tabel *Simulation Summary* pada gambar 4.48, menunjukkan bahwa simulasi *flo.exe* dengan data hujan, *outflow (no hydrograph)*, dan data topografi, berjalan dengan lancar dan tidak ditemukan adanya permasalahan pada pemodelan. Hal ini dikarenakan kolom *overall volume conservation* berstatus *excellent*. Hasil *overall volume conservation* ini dapat dilihat dalam file SUMMARY.OUT pada Lampiran 2. Apabila nilai *inflow hydrographs + rainfall* sama dengan nilai *total volume of outflow and storage*, maka status *overall volume conservation* berstatus *excellent*.

FLO-2D Control Variables

Time Control and Plot Variables

Simulation Time (hrs):

Output Interval (hrs):

Graphics Display: ☒ Text Screen ☒ Detailed Graphics

☒ Metric ☐ Backup File

Global Data Modification

n-value Adjustment: Floodplain Limiting Froude No:

Flow Depth for Depth Duration Analysis: Shallow Flow n-value:

Bulking Concentration: Encroachment Depth:

Area Reduction Factor:

System Component Switches

☐ Main Channel ☐ Area Reduction Factors (ARF)

☐ Streets ☐ Multiple Channels (Pill and Gullies)

☐ Levees

Floodplain Display Options

Print Options:

☐ Create Supercritical Output File

Physical Processes Switches

☒ Rainfall ☐ Mud/Debris

☐ Infiltration ☐ Sediment Transport

☐ Evaporation ☐ None

☐ MODFLO-2D Modeling

Channel Display Options

Check "Main Channel" to activate "Channel Print Options"

Channel Print Options:

Conveyance Structure Switches

☐ Hydraulic Structures

☐ Floodway Analysis

☐ Debris Basin

Time Lapse Output

☐ Time Lapse Output Output Interval (hrs):

Numerical Stability Parameters

Surface Detention: Dynamic Wave Stability Coefficient:

Percent Change in Flow Depth: Courant Number (range: 0.1 to 1.0):

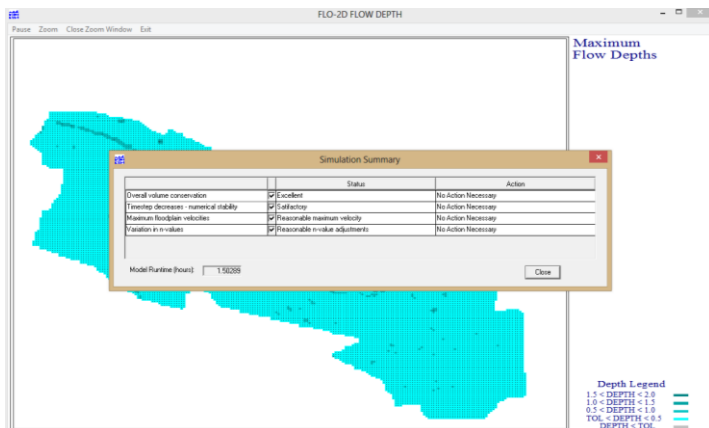
Graphics Display

Select "Detailed Graphics" in "Time Control and Plot Variables" frame

Update Time Interval (hrs):

☐ Animate Flow within GDS

Gambar 4.47 Dialog Box Flo-2D Control Variables untuk Rainfall



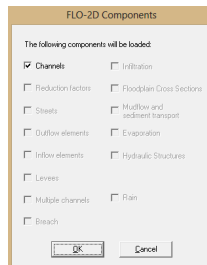
Gambar 4.48 Running Pemodelan 1 Program Telah Selesai

4.3.3.2 Pemodelan Data Hujan dan Hidrolika

Pemodelan data hujan dan hidrolika (data penampang sungai) dibagi menjadi 2 pemodelan yakni: pemodelan menggunakan data hujan, hidrolika, dan tanpa data pasang surut; pemodelan menggunakan data hujan, hidrolika, dan dengan data pasang surut.

1. Pemodelan 2: menggunakan data hujan, hidrolika, dan tanpa data pasang surut.

Untuk memodelkan pemodelan Flo-2D menggunakan data hujan, data penampang sungai, dan tanpa data pasang surut, langkah pertama yang dilakukan adalah buka program GDS> klik *file menu*> *open existing Flo-2D project*. Pilih *file* hasil pemodelan pada pembahasan sub-bab 4.3.2. Kemudian akan muncul *dialog box* seperti gambar 4.49 lalu, klik OK. Langkah kedua yakni masukkan data hujan sesuai dengan pembahasan pada sub-bab 4.3.3.1, sehingga menghasilkan RAIN.DAT dan OUTFLOW.DAT. Langkah terakhir yakni; klik *file menu*, *Run Flo-2D*. Pastikan semua *file* pemodelan 2 atau pemodelan menggunakan data hujan, hidrolika, dan tanpa data pasang surut ini berada pada 1 folder yang sama (folder Pemodelan 2).



Gambar 4.49 Dialog Box Flo-2D Components

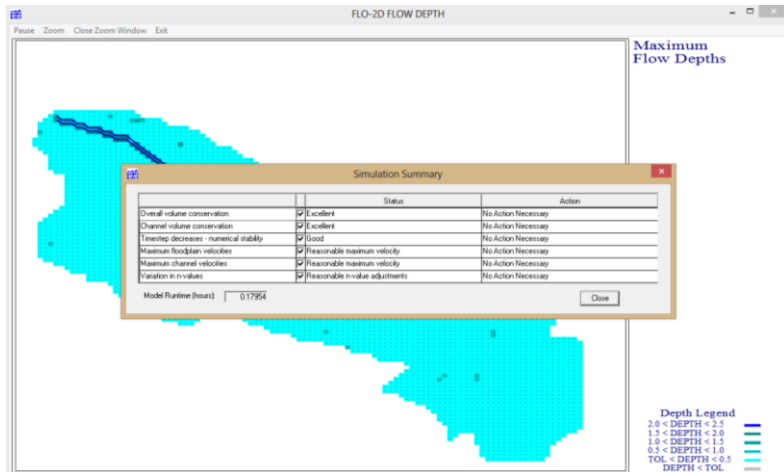
Cek Flo-2D *Control Variables* (gambar 4.50), pastikan kotak *Main Channel* dan *Rainfall* tercentang. Hal tersebut dimaksudkan agar Flo.exe mensimulasikan data hujan dengan *channel* yang sudah dibuat. Untuk simulation time dan *output*

interval, disamakan dengan pembahasan pada 4.3.3.1. Gambar 4.51 menandakan proses simulasi telah selesai dan tabel *Simulation Summary* menunjukkan bahwa simulasi flo.exe dengan data hujan, *outflow (no hydrograph)*, data topografi dan data *channel*/penampang sungai, berjalan dengan lancar dan tidak ditemukan adanya permasalahan pada pemodelan. Hasil *overall volume conservation* untuk pemodelan 2 dapat dilihat dalam *file SUMMARY.OUT* pada Lampiran 3.

FLO-2D Control Variables

<p>Time Control and Plot Variables</p> <p>Simulation Time (hrs): <input type="text" value="6"/></p> <p>Output Interval (hrs): <input type="text" value="0.5"/></p> <p>Graphics Display: <input type="radio"/> Text Screen <input checked="" type="radio"/> Detailed Graphics</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Metric <input type="checkbox"/> Backup File</p>	<p>Global Data Modification</p> <p>n-value Adjustment: <input type="text" value="0"/> Floodplain Limiting Froude No: <input type="text" value="0"/></p> <p>Flow Depth for Depth Duration Analysis: <input type="text" value="0"/> Shallow Flow n-value: <input type="text" value="0.2"/></p> <p>Bulking Concentration: <input type="text" value="0"/> Encroachment Depth: <input type="text" value="0"/></p> <p>Area Reduction Factor: <input type="text" value="0"/></p>
<p>System Component Switches</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Main Channel <input type="checkbox"/> Area Reduction Factors (ARF)</p> <p><input type="checkbox"/> Streets <input type="checkbox"/> Multiple Channels (Fill and Gullies)</p> <p><input type="checkbox"/> Levees</p>	<p>Floodplain Display Options</p> <p>Print Options: <input type="text" value="No Floodplain Output"/></p> <p><input type="checkbox"/> Create Supercritical Output File</p>
<p>Physical Processes Switches</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Rainfall <input type="checkbox"/> Mud/Debris</p> <p><input type="checkbox"/> Infiltration <input type="checkbox"/> Sediment Transport</p> <p><input type="checkbox"/> Evaporation <input type="checkbox"/> None</p> <p><input type="checkbox"/> MODFLO-2D Modeling</p>	<p>Channel Display Options</p> <p>Check "Main Channel" to activate "Channel Print Options"</p> <p>Channel Print Options: <input type="text" value="No Channel Output"/></p>
<p>Conveyance Structure Switches</p> <p><input type="checkbox"/> Hydraulic Structures</p> <p><input type="checkbox"/> Floodway Analysis</p> <p><input type="checkbox"/> Debris Basin</p>	<p>Time Lapse Output</p> <p><input type="checkbox"/> Time Lapse Output <input type="text" value="0"/> Output Interval (hrs):</p> <p>Graphics Display</p> <p>Select "Detailed Graphics" in "Time Control and Plot Variables" frame</p> <p>Update Time Interval (hrs): <input type="text" value="0.5"/></p>
<p>Numerical Stability Parameters</p> <p>Surface Detention: <input type="text" value="0.03"/> Dynamic Wave Stability Coefficient: <input type="text" value="1"/></p> <p>Percent Change in Flow Depth: <input type="text" value="0.2"/> Courant Number (range: 0.1 to 1.0): <input type="text" value="0.6"/></p>	
<p><input type="checkbox"/> Animate Flow within GDS</p> <p> <input type="button" value="Run FLO-2D (Save Files)"/> <input type="button" value="Run FLO-2D (Do not Save Files)"/> <input type="button" value="Save FLO-2D input files"/> <input type="button" value="Close"/> </p>	

Gambar 4.50 Dialog Box Flo-2D Control Variables Untuk Rainfall dan Main Channel Tanpa Data Pasang Surut



Gambar 4.51 Running Pemodelan 2 Program Telah Selesai

2. Pemodelan 3: menggunakan data hujan, hidrolika, dan dengan data pasang surut.

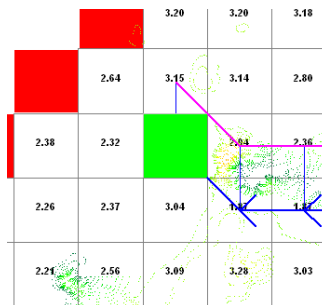
Untuk memodelkan pemodelan Flo-2D menggunakan data hujan, data penampang sungai, dan data pasang surut, langkah pertama yang dilakukan adalah buka program GDS> klik *file menu*> *open existing Flo-2D project*. Pilih *file* hasil pemodelan pada pembahasan sub-bab 4.3.2. Langkah kedua yakni masukkan data hujan sesuai dengan pembahasan pada sub-bab 4.3.3.1, tetapi untuk membuat file *OUTFLOW.DAT* akan dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui data pasang surut Sungai Martapura disajikan pada tabel 4.13 berikut. Data pasang surut tersebut akan dimasukkan ke dalam model pada program GDS melalui klik *grid menu*, *select*, *grid elements*. Pilih *grid* dengan elevasi terendah sebagai elemen *outflow*. Elevasi terendah berada pada bagian hilir Sungai Guring, dengan nilai elevasi 1.86, yang bermuara pada Sungai Martapura. Gambar 4.52 menunjukkan bahwa elemen *grid* berwarna hijau adalah *grid* yang akan dipilih sebagai *outflow elements*.

Tabel 4.16 Data Pasang Surut Sungai Martapura

Rabu, 20/11/2013			
Jam (witeng)	Ketinggian (m)	Jam (witeng)	Ketinggian (m)
1	2.58	13	1.63
2	2.5	14	1.54
3	2.43	15	1.53
4	2.37	16	1.65
5	2.3	17	1.93
6	2.26	18	2.24
7	2.23	19	2.55
8	2.2	20	2.7
9	2.11	21	2.79
10	2.02	22	2.84
11	1.84	23	2.85
12	1.72		

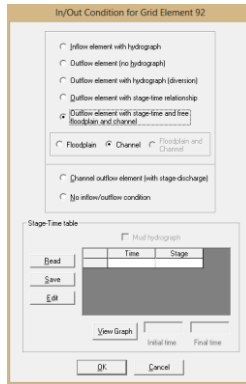
Sumber: Data Pasang Surut Sungai Martapura

**Gambar 4.52** Select Outflow Grid Element

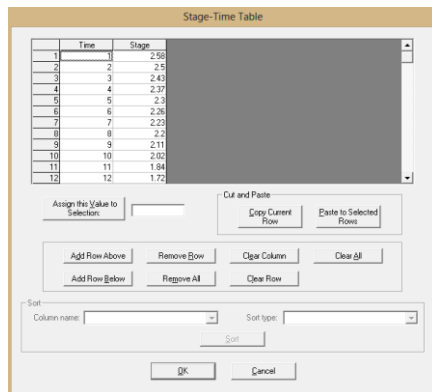
Selanjutnya, klik pada *grid menu*, *assign parameter to selection*, *in/out condition*, kemudian akan muncul *dialog box inflow/outflow condition* (gambar 4.53). Pilih *outflow elements with stage time and free floodplain and channel*, dan *channel*, lalu isi tabel pada bagian *stage time table*. Klik *Edit* untuk memasukkan data pasang surut pada tabel 4.13.

Pemilihan kondisi *outflow* dengan *stage time and free floodplain and channel* ini dikarenakan, pada pemodelan akan mensimulasikan kontrol ketinggian permukaan air sebagai efek pasang surut yang memiliki durasi terbatas. Perbedaan kondisi *outflow element with stage time and free floodplain and channel* dan kondisi *outflow element with stage-time relationship* yakni, *outflow element with stage time and free floodplain and channel* merupakan kombinasi antara *outflow element with stage-time relationship* dengan titik simpul outflow dari dataran banjir (*floodplain*) dan saluran (*channel*). Sebagai catatan, kondisi *outflow element with stage-time relationship* mampu mensimulasikan pasang surut, sama halnya dengan kondisi *outflow element with stage time and free floodplain and channel*, namun tidak dapat sebagai titik simpul outflow dari dataran banjir (*floodplain*) dan saluran (*channel*).

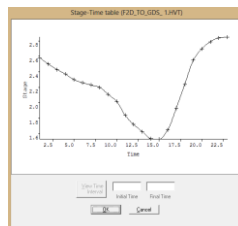
Pada gambar 4.54 menunjukkan tabel, yang telah dimasukkan nilainya dari data tabel 4.16, antara time (dalam jam) dan stage (ketinggian dalam meter). Klik Ok, jika telah selesai memasukkan nilai waktu dan ketinggian permukaan air pada *dialog box stage time table*. Klik *view graph* pada *dialog box in/out condition* untuk melihat grafik hubungan antara waktu dan *stage* seperti pada gambar 4.55. Klik OK, untuk kembali ke *dialog box in/out condition*. Klik tombol *save*, untuk menyimpan data pasang surut (gambar 4.56). Pastikan penyimpanan *file* grafik ataupun tabel pasang surut berada dalam 1 folder Pemodelan 3 atau pemodelan yang menggunakan data hujan, hidrolika, dan data pasang surut.



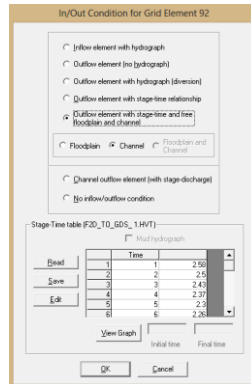
Gambar 4.53 Dialog Box In/Out Condition Untuk Outflow Element With Stage Time And Free Floodplain And Channel



Gambar 4.54 Dialog Box Stage-Time Table

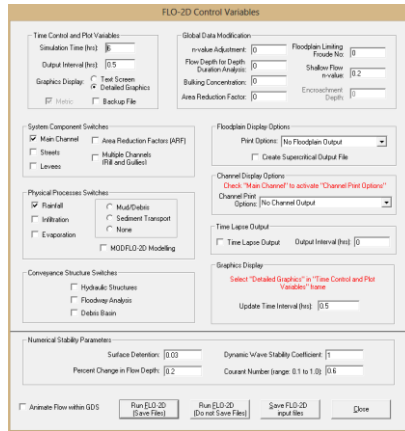


Gambar 4.55 Grafik Data Pasang Surut Dari Tabel Stage-Time

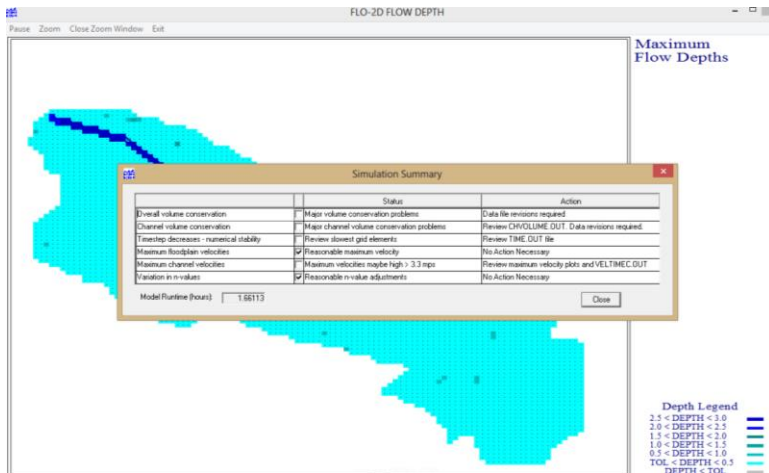


Gambar 4.56 Dialog Box In/Out Condition Untuk Data Pasang Surut yang Telah Tersimpan

Langkah terakhir yakni; klik *file menu*, *Run Flo-2D*. Cek *Flo-2D Control Variables* (gambar 4.57), pastikan kotak *Main Channel* dan *Rainfall* tercentang. *Simulation time* dilakukan selama 6 jam, yang mengartikan bahwa proses simulasi hanya menggunakan data 6 jam pertama di waktu pasang pada *outflow element*, sedangkan untuk *rainfall* telah dibahas pada sub-bab 4.3.3.1 halaman 80. Gambar 4.58 menandakan proses simulasi telah selesai dan tabel *Simulation Summary* menunjukkan bahwa simulasi *flo.exe* dengan data hujan, *outflow Element With Stage Time And Free Floodplain And Channel*, data topografi dan data *channel*/penampang sungai, berjalan dengan lancar. Namun, perlu dilakukan adanya revisi terkait volume konservasi yang akan dibahas pada sub-bab 4.3.4. Hasil *overall volume conservation* untuk pemodelan 3 dapat dilihat dalam *file SUMMARY.OUT* pada Lampiran 4.



Gambar 4.57 Dialog Box Flo-2D Control Variables Untuk Rainfall dan Main Channel Dengan Data Pasang Surut



Gambar 4.58 Running Pemodelan 3 Program Telah Selesai

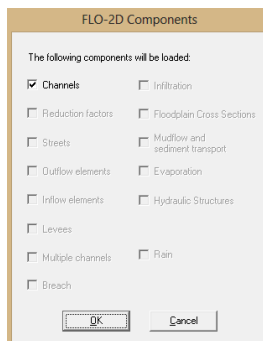
4.3.3.3 Pemodelan *Inflow* Hydrograph dan Hidrolika

Pemodelan data hidrograf *inflow* dan hidrolika (data penampang sungai) dibagi menjadi 2 pemodelan yakni: pemodelan

menggunakan data hidrograf *inflow*, hidrolika, dan tanpa data pasang surut; pemodelan menggunakan data hidrograf *inflow*, hidrolika, dan dengan data pasang surut.

1. Pemodelan 4: Menggunakan Data Hidrograf *Inflow*, Hidrolika, dan Tanpa Data Pasang Surut

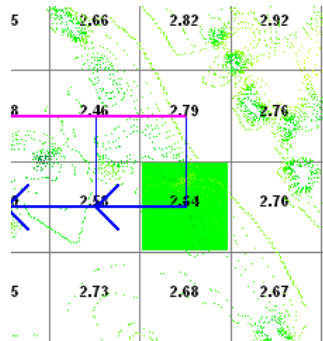
Untuk memodelkan pemodelan Flo-2D menggunakan data hidrograf *inflow* dan data penampang sungai, langkah pertama yang dilakukan adalah buka program GDS> klik *file menu*> *open existing Flo-2D project*. Pilih *file* hasil pemodelan pada pembahasan sub-bab 4.3.2. Kemudian akan muncul *dialog box* seperti gambar 4.59 lalu, klik OK. Langkah kedua yakni; masukkan elemen *outflow (no hydrograph)* seperti pada penjelasan sebelumnya pada sub-bab 4.3.3.1 OUTFLOW.DAT. Untuk pengganti RAIN.DAT, digunakan data hidrograf *inflow* sehingga menghasilkan INFLOW.DAT. Hal ini dikarenakan pada pemodelan kali ini tidak memasukkan data hujan.



Gambar 4.59 *Dialog Box Flo-2D Components*

Langkah ketiga, yakni memasukkan data hidrograf *inflow*. Cara-cara yang ditempuh adalah; klik *grid menu*, *select*, *grid elements*. Pilih *grid* dengan elevasi terendah pada daerah *inflow* namun, masih memiliki elevasi lebih tinggi daripada elemen *outflow* (gambar 4.59). Hal ini dikarenakan, seperti pada

penjelasan sebelumnya, untuk memudahkan model mensimulasi aliran *normal depth*.



Gambar 4.60 *Select Inflow Grid Element*

Kemudian, klik pada *grid menu*, *assign parameter to selection, in/out condition*, akan muncul *dialog box inflow/outflow condition* (gambar 4.61). Pilih *inflow elements with hydrograph*, dan *channel*, lalu isi tabel pada bagian *hydrograph*. Klik *Edit* untuk memasukkan data hidrograf *inflow* seperti pada Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Koordinat Hidrograf Sintetis Metode Nakayasu, gambar 4.62, menampilkan tabel hubungan *time* dan *discharge* pada bagian *hydrograph* yang telah dimasukkan nilainya. Klik OK, lalu *view graph* (gambar 4.63) untuk memastikan apakah nilai waktu dan debit telah dimasukkan secara benar. Isi kotak *initial time* 0 dan *final time* 23 untuk menggambarkan hidrograf selama 23 jam.

Inflow/Outflow Condition

☒ Inflow element with hydrograph

☐ Outflow element (no hydrograph)

☐ Outflow element with hydrograph (diversion)

☐ Outflow element with stage-time relationship

☐ Outflow element with stage-time and free floodplain and channel

☐ Floodplain ☐ Channel ☒ Floodplain and Channel

☐ Channel outflow element (with stage-discharge)

☐ No inflow/outflow condition

Hydrograph

☐ Mud hydrograph

	Time	Discharge
Read		
Save		
Edit		

Gambar 4.61 *Dialog Box In/Out Condition Untuk Inflow Element With Hydrograph*

Hydrograph

	Time	Discharge
1	0	0
2	5	20.506
3	.85	79.53
4	1	85.997
5	1.9	55.705
6	2	51.098
7	3	39.803
8	3.52	31.978
9	4	21.163
10	5	11.841
11	6	7.714
12	7	4.526

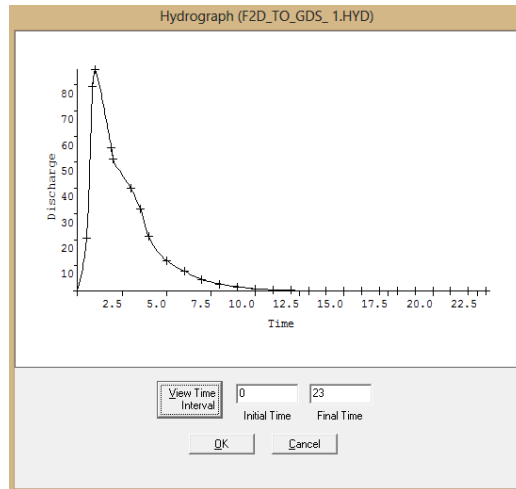
Assign this Value to Selection:

Cut and Paste

Sort

Column name: Sort type:

Gambar 4.62 *Dialog Box* Tabel Hidrograf



Gambar 4.63 Hidrograf Banjir Rencana 10 Tahunan Metode Nakyasu

Klik OK, jika hidrograf telah benar dan *initial time* serta *final time* telah terisi. *Save file* (gambar 4.64) data hidrograf pada folder yang sama dengan *file* model yang akan disimulasikan, yakni pemodelan 4 atau pemodelan menggunakan data hidrograf *inflow*, hidrolika, dan tanpa data pasang surut.

Setelah semua data telah dimasukkan, data hidrograf *inflow*, penampang sungai, *outflow element (no hydrograph)*, klik *file > Run Flo-2D*. Layaknya penjelasan sebelumnya, gambar 4.65 merupakan *dialog box Flo-2D control variables* untuk simulasi. Pastikan kotak *main channel* tercentang pada *system components switches*. Lalu klik *run Flo-2d (save files)*. Simulasi selesai jika muncul *dialog box simulation summary* seperti pada gambar 4.66. Tabel *simulation summary* menunjukkan bahwa simulasi *flo.exe* dengan data hidrograf *inflow*, *channel*/penampang sungai, tanpa data pasang surut, berjalan dengan lancar dan tidak ditemukan adanya permasalahan pada pemodelan. Hasil *overall volume conservation* untuk pemodelan 4 dapat dilihat dalam *file SUMMARY.OUT* pada Lampiran 5.

In/Out Condition for Grid Element 3328

☒ Inflow element with hydrograph
☐ Outflow element (no hydrograph)
☐ Outflow element with hydrograph (diversion)
☐ Outflow element with stage-time relationship
☐ Outflow element with stage-time and free floodplain and channel

☐ Floodplain
☒ Channel
☐ Floodplain and Channel

☐ Channel outflow element (with stage-discharge)
☐ No inflow/outflow condition

Hydrograph (F2D_TO_GDS_1 HYD)

☐ Mud hydrograph

	Time	Discharge
Read	1	0
	2	5
Save	3	85
	4	1
Edit	5	1.9
	6	2

View Graph [0] [23]
Initial time Final time

OK Cancel

Gambar 4.64 Dialog Box In/Out Condition Untuk Data Hidrograf *Inflow* yang Telah Tersimpan

FLO-2D Control Variables

Time Control and Plot Variables

Simulation Time (hrs): [6]
Output Interval (hrs): [0.5]
Graphics Display: ☐ Text Screen ☒ Detailed Graphics
☒ Metric ☐ Backup File

Global Data Modification

n-value Adjustment: [0] Floodplain Limiting: [0]
Flow Depth for Depth: [0] Shallow Flow Invalue: [0.2]
Duration Analysis: [0]
Bulking Concentration: [0] Encroachment Depth: [0]
Area Reduction Factor: [0]

System Component Switches

☒ Main Channel ☐ Area Reduction Factors (ARF)
☐ Sheets ☐ Multiple Channels (Pill and Gullies)
☐ Levees

Physical Processes Switches

☐ Rainfall ☐ Mud/Debris
☐ Initiation ☐ Sediment Transport
☐ Evaporation ☐ None
☐ MODFLO-2D Modeling

Conveyance Structure Switches

☐ Hydraulic Structures
☐ Floodway Analysis
☐ Debris Basin

Floodplain Display Options

Print Options: [No Floodplain Output]
☐ Create Supercritical Output File

Channel Display Options

Check "Main Channel" to activate "Channel Print Options"
Channel Print Options: [No Channel Output]

Time Lapse Output

☐ Time Lapse Output Output Interval (hrs): [0]

Graphics Display

Select "Detailed Graphics" in "Time Control and Plot Variables" frame
Update Time Interval (hrs): [0.5]

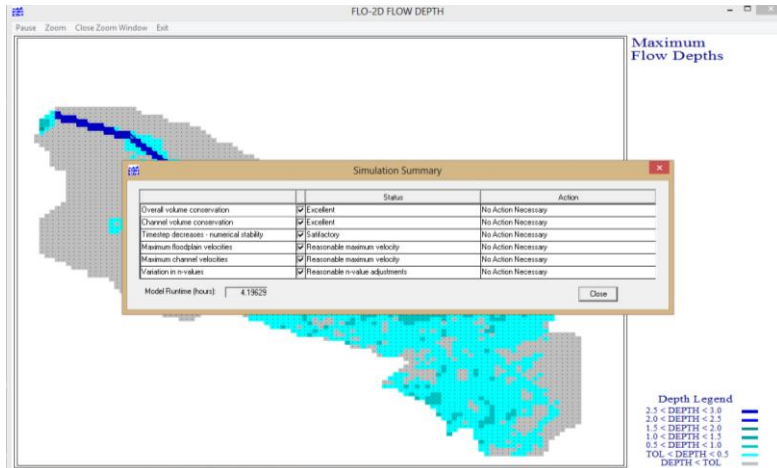
Numerical Stability Parameters

Surface Detention: [0.03] Dynamic Wave Stability Coefficient: [1]
Percent Change in Flow Depth: [0.2] Courant Number (range: 0.1 to 1.0): [0.6]

☐ Animate Flow within GDS

Run FLO-2D (Save Files) Run FLO-2D (Do not Save Files) Save FLO-2D input files Close

Gambar 4.65 Dialog Box Flo-2D Control Variables untuk Main Channel Dengan Data Hidrograf *Inflow*, Tanpa Pasang Surut



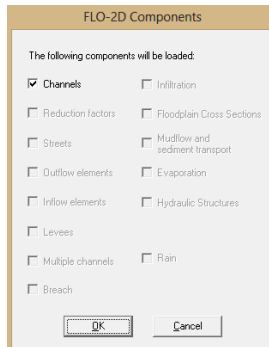
Gambar 4.66 Running Pemodelan 4 Program Telah Selesai

2. Pemodelan 5: Menggunakan Data Hidrograf *Inflow*, Hidrolika, dan Dengan Data Pasang Surut

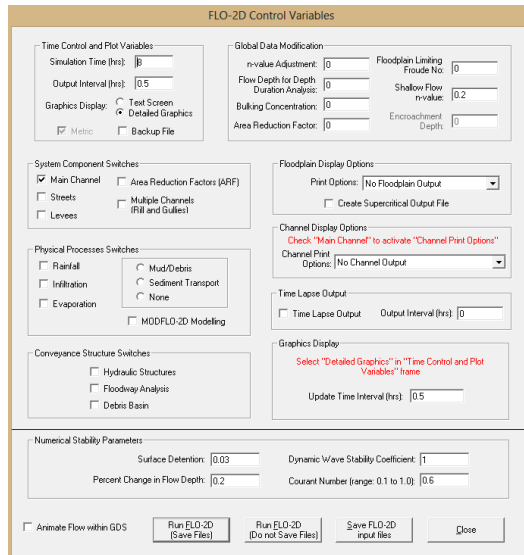
Untuk memodelkan pemodelan Flo-2D menggunakan data hidrograf *inflow* dan data penampang sungai dengan menggunakan data pasang surut, langkah pertama yang dilakukan adalah buka program GDS> klik *file menu*> *open existing Flo-2D project*. Pilih *file* hasil pemodelan pada pembahasan sub-bab 4.3.2. Kemudian akan muncul *dialog box* seperti gambar 4.67 lalu, klik OK. Langkah kedua yakni; masukkan *Outflow Element With Stage Time And Free Floodplain And Channel* seperti pada penjelasan sebelumnya pada sub-bab 4.3.3.2 pembahasan pemodelan 3 atau pemodelan menggunakan data hujan, hidrolika, dan dengan data pasang surut. Namun, untuk mengganti data hujan, memasukkan data hidrograf *inflow* seperti penjelasan pada sub-bab 4.3.3.3 pembahasan pemodelan 4.

Setelah semua data telah dimasukkan ke dalam model, data hidrograf *inflow*, penampang sungai, *Outflow Element With Stage Time And Free Floodplain And Channel*, klik *file* > *Run Flo-2D*.

Gambar 4.68 merupakan *dialog box Flo-2D control variables* untuk simulasi. Pastikan kotak *main channel* tercentang pada *system components switches*.

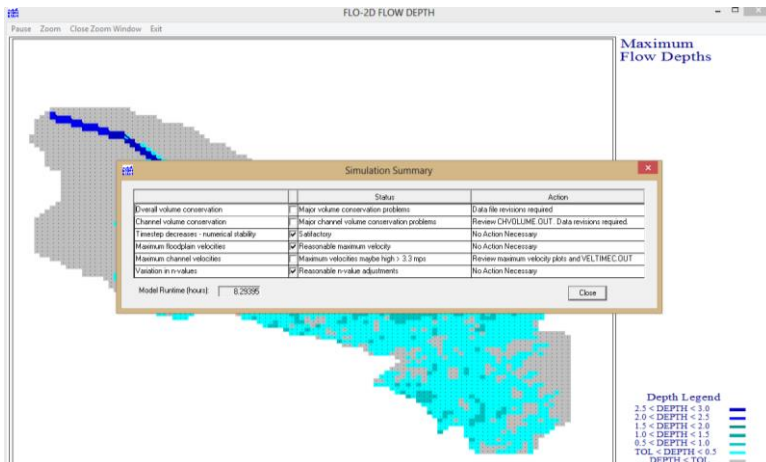


Gambar 4.67 *Dialog Box Flo-2D Components*



Gambar 4.68 *Dialog Box Flo-2D Control Variables* untuk *Main Channel* Dengan Data Hidrograf *Inflow*, Dengan Pasang Surut

Lalu klik *Run Flo-2d (Save Files)*. Simpan semua file simulasi pemodelan 5 atau pemodelan menggunakan data hidrograf *inflow*, hidrolika, dan dengan data pasang surut ke dalam 1 folder yang sama. Simulasi selesai jika muncul *dialog box simulation summary* seperti pada gambar 4.69. Tabel *simulation summary* menunjukkan bahwa simulasi flo.exe dengan data hidrograf *inflow*, *channel*/penampang sungai, dan dengan data pasang surut, berjalan dengan lancar. Namun, perlu dilakukan adanya revisi terkait volume konservasi yang akan dibahas pada sub-bab 4.3.4. Hasil *overall volume conservation* untuk pemodelan 5 dapat dilihat dalam file SUMMARY.OUT pada Lampiran 6.



Gambar 4.69 Running Program Pemodelan 5 Telah Selesai

4.3.4 Troubleshooting Hasil Simulasi Flo.exe

Dalam tabel simulation summary pada gambar 4.57 (pemodelan 3) dan 4.69 (pemodelan 5) terdapat beberapa masalah dalam simulasi yang ditunjukkan pada tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.17 *Simulation Summary Problems*

no		Status	aksi
1	<i>Overall volume conservation</i>	<i>Major volume conservation problems</i>	<i>Data file revision required</i>
2	<i>Channel volume conservation</i>	<i>Major channel volume conservation problems</i>	<i>Review CHVOLUME.OUT Data file revision required</i>
3	<i>Timestep decreases – numerical stability</i>	<i>Review slowest grid elements</i>	<i>Review TIME.OUT file</i>
4	<i>Maximum channel velocities</i>	<i>Maximum velocities maybe high >3.3 mps</i>	<i>Review maximum velocities plots and VELTIMEC.OUT</i>

Sumber: Hasil Simulasi

Ada beberapa indikator untuk membantu mengidentifikasi masalah pada tabel 4.17 diatas yakni, dengan memeriksa atau meninjau kembali hasil dari FLO-2D mengenai; konservasi volume, *surging*, pengurangan timestep, dan penyesuaian nilai kekasaran dengan membatasi angka Froude. Adapun salah satu indikator yang diduga paling penting, dari 4 hal yang telah disebutkan menurut tabel 4.17, adalah konservasi volume dan pengaruh *surging*. Berikut penjelasan menurut buku Data Input Manual v2009 Flo-2D mengenai konservasi volume dan *surging*.

Konservasi volume

Model hidrolik yang tidak melaporkan konservasi volume harus dicurigai terhadap pembangkitan atau kehilangan volume. Sebuah file tinjauan SUMMARY.OUT akan mengidentifikasi masalah konservasi volume. File ini akan menampilkan waktu ketika kesalahan konservasi volume mulai muncul selama simulasi. Biasanya kesalahan konservasi volume lebih besar 0,001

persen merupakan indikasi bahwa model dapat ditingkatkan. File CHVOLUME.OUT akan menunjukkan jika kesalahan konservasi volume terjadi pada saluran routing bukan pada komponen aliran permukaan. Komponen harus dimatikan satu per satu dan model simulasi dijalankan lagi sampai masalah konservasi volume hilang. Ini akan mengidentifikasi komponen yang menyebabkan kesulitan. Beberapa masalah konservasi volume mungkin dapat dihilangkan dengan memperlambat proses simulasi model (mengurangi timesteps) menggunakan kriteria stabilitas. Sebagian besar masalah konservasi volume merupakan indikasi kesalahan data.

Surging

Hal ini dimungkinkan untuk volume dikonservasikan selama simulasi banjir dan masih memiliki *surging* numerik. *Surging* numerik adalah hasil dari ketidakcocokan antara daerah aliran, kemiringan dan kekasaran. Hal ini dapat menyebabkan over-steepening dari floodwave yang diidentifikasi oleh lonjakan hidrograf output. Saluran yang mengalami *surging* dapat diidentifikasi oleh lonjakan debit dalam file CHANMAX.OUT atau dalam program HYDROG diplot hidrograf. Prediksi kecepatan maksimum yang tinggi mengindikasikan adanya *surging*. Untuk mengidentifikasi *surging* pada dataran banjir, tinjau kecepatan maksimum di MAXPLOT atau Mapper program pasca-prosesor. Atau dapat juga ditinjau melalui VELTIMEC.OUT (channel) atau VELTIMEFP.OUT (dataran banjir) file untuk kecepatan maksimum yang tidak masuk akal. *Surging* bisa dikurangi atau dihilangkan dengan menyesuaikan (menurunkan) kriteria stabilitas (DEPTOLFP atau WAVEMAX di TOLER.DAT) sehingga mengurangi timesteps. Jika penurunan timesteps gagal untuk menghilangkan *surging*, maka individu *grid* elemen topografi, kemiringan atau kekasaran harus disesuaikan dalam GDS untuk aliran banjir. Untuk aliran saluran, program PROFILE dapat digunakan untuk melakukan penyesuaian. Peningkatan nilai kekasaran umumnya akan mengurangi atau menghilangkan *surging*. Untuk saluran yang mengalami *surging*, transisi mendadak di daerah aliran antara unsur-unsur saluran

bersebelahan harus dihindari. Menetapkan batas lebih rendah untuk angka Froude pada saluran juga dapat membantu untuk mengidentifikasi masalah.

Dari penjelasan konservasi volume tersebut dan dengan melihat tipe pemodelan yang telah dilakukan sebelumnya pada sub-bab 4.3.3.1 – 4.3.3.3, dapat dianalisis bahwa masalah mengenai konservasi volume terjadi karena ketidakcocokan antara data pasang surut dan hidrolika/penampang sungai sehingga menyebabkan terjadinya *surgin* pada saluran. Untuk itu perlu adanya revisi data mengenai; angka courant, yang mempengaruhi timestep dan berkaitan dengan kedalaman air (lihat rumus 2.33, 2.36 dan 2.37) ; dimensi penampang saluran dan angka kekasaran n -manning, yang mempengaruhi kecepatan maksimum (tabel 4.17 permasalahan nomer 4) sehingga mampu meminimalisir terjadinya *surgin*.

4.4 Flo-2D Mapper

FLO-2D Mapper adalah sebuah program pasca-prosesor yang menciptakan peta dan plot lain dari hasil model FLO-2D termasuk variabel hidrolik, ketinggian permukaan air, durasi genangan, dampak kekuatan, tekanan statis, energi spesifik, gerusan sedimen atau endapan dan lain-lain. Tiga jenis plot peta dapat dihasilkan:

- Plot elemen *grid*: setiap elemen diberi warna, tergantung pada nilai variabel yang dipilih.
- *Line* dan *shaded contour* berdasarkan nilai-nilai elemen *grid*.
- Poin DTM untuk menghasilkan plot kontur kedalaman aliran berdasarkan pada ketinggian permukaan air elemen *grid* dan titik DTM ketinggian tanah.

Mapper juga dapat menghasilkan kedalaman dan kecepatan terhadap grafik waktu di lokasi yang telah dipilih, profil kedalaman aliran sepanjang *section*, plot kerusakan banjir, dan peta bahaya. Hasil running aplikasi GDS dapat dilihat pada aplikasi Flo-2D Mapper. Mapper secara otomatis diinstal dengan model

instalasi FLO-2D. Program Mapper terletak di subdirektori FLO-2D dan ikon dapat ditempatkan di desktop.

Adapun pemodelan GDS yang ditampilkan pada Flo-2D Mapper dan dibahas pada sub-bab berikut ini, adalah :

1. Pemodelan 1: menggunakan data hujan
2. Pemodelan 2: menggunakan data hujan, penampang saluran, dan tanpa data pasang surut
3. Pemodelan 3: menggunakan data hujan, penampang saluran, dan dengan data pasang surut
4. Pemodelan 4: menggunakan hidrograf *inflow*, penampang saluran, dan tanpa data pasang surut
5. Pemodelan 5: menggunakan hidrograf *inflow*, penampang saluran, dan dengan data pasang surut

Sedangkan hasil pemodelan yang ditampilkan berupa:

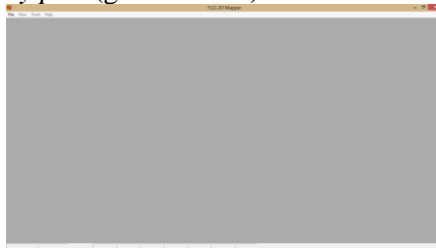
1. Peta genangan : Kedalaman aliran yang ditampilkan aplikasi Mapper ini adalah kedalaman maksimum yang dihitung terlepas dari waktu terjadinya. Oleh karena itu, plot kedalaman maksimum menampilkan daerah maksimum genangan. Untuk menampilkan kedalaman genangan, bisa melalui *plot max flow depth*, *plot final floodplain flow depth*, atau *plot max combined channel and floodplain flow depth*, bergantung pada tujuan peta yang dicari. Peta yang dihasilkan dari: *plot max flow depth* adalah kedalaman maksimum genangan pada dataran banjir; *plot final floodplain flow depth* adalah kedalaman genangan akhir, biasanya merupakan rata-rata dari nilai kedalaman tiap *grid* dalam proses simulasi, dan dipakai dalam pembuatan plotting flow depth profile dan *hazard map*; *plot max combined channel and floodplain flow depth* adalah kedalaman aliran saluran, hasil dari simulasi aliran saluran, dan kedalaman maksimum genangan pada dataran banjir. Detail dari kedalaman aliran suatu titik dalam DAS Guring dapat dilihat melalui grafik hasil *plotting flow depth profile*. Untuk pemodelan 2 hingga 5,

plotting flow depth profile dipilih elemen grid nomer 779 – 782, dekat daerah hilir, yang kemungkinan memiliki kedalaman maksimum genangan tertinggi. Detail elevasi maksimum tinggi genangan tiap *grid* dalam *floodplain* dan/atau *channel*, dapat dilihat pada *file* BASE.OUT dalam folder tiap hasil simulasi permodelan.

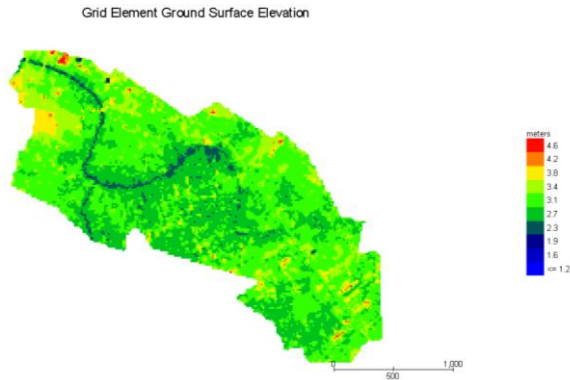
2. Peta kecepatan aliran maksimum genangan : Selain menampilkan dan mendapatkan hasil kedalaman aliran pada *floodplain*, Mapper juga mampu menampilkan dan mendapatkan hasil kecepatan dan arah aliran. Detail nilai kecepatan *floodplain*, dapat dilihat pada file VELTIMEFP.OUT, sedangkan nilai kecepatan *channel* dapat dilihat pada *file* VELTIMEC.OUT pada folder tiap hasil simulasi permodelan.
3. *Hazard map*

4.4.1 Hasil Pemodelan 1: Menggunakan Data Hujan

Dari hasil yang didapatkan dari running aplikasi GDS dalam bentuk FPLAIN.DAT (pastikan *file* .OUT berada dalam 1 folder dengan FPLAIN.DAT), buka aplikasi Flo-2D Mapper dengan cara; klik icon Mapper_2009.exe pada program disk C > program *files* (x86) > flo-2D Basic atau buka aplikasi GDS pada dekstop lalu *file*, run mapper. *Window* aplikasi flo-2D Mapper akan terbuka seperti gambar 4.70. Kemudian *loading data*, klik *file*, read flo-2D results. Mapper akan menampilkan *ground surface elevation density plot* (gambar 4.71).




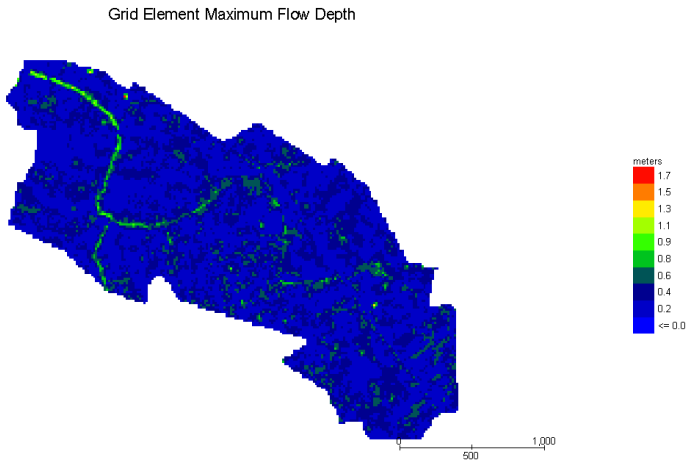
Gambar 4.70 *Window Flo-2D Mapper*



Gambar 4.71 *Plot Ground Surface Elevation* Pemodelan 1

4.4.1.1 Plot Maximum Flow Depth

Untuk melihat kedalaman maksimum genangan pada *floodplain*, klik icon *flow depth*  , lalu pilih *max flow depth* (gambar 4.72). Plot Mapper untuk sebagian besar variabel keluaran FLO-2D lainnya dibangun dengan cara yang sama, seperti halnya plot kedalaman maksimum aliran.

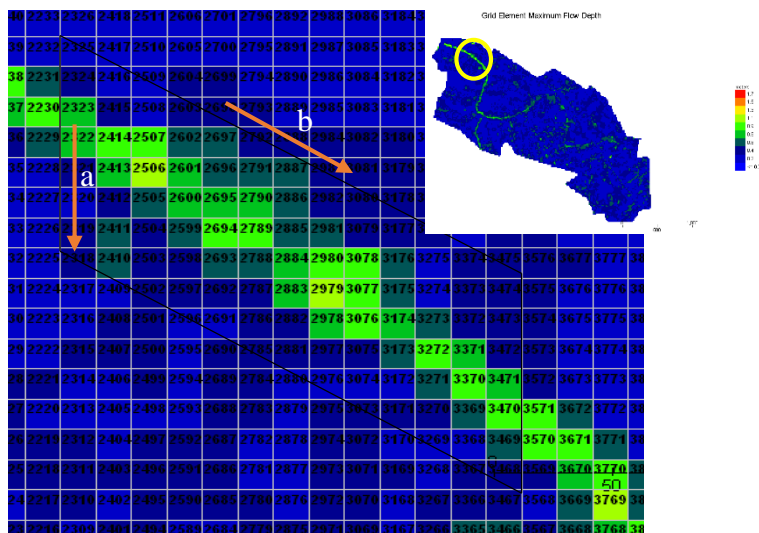


Gambar 4.72 *Plot Maximum Flow Depth* Pemodelan 1

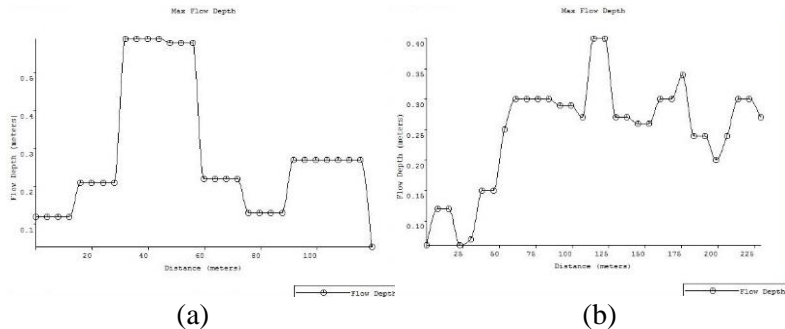
Detail dari kedalaman aliran suatu titik dalam DAS Guring dapat dilihat melalui grafik dengan cara sebagai berikut:

1. Klik Tools, plot *flow depth profile*
2. Pilih lokasi yang ingin ditinjau lebih detail dengan menggambar poligon (gambar 4.73). Penggambaran poligon pertama pada arah “a”, akan menghasilkan potongan melintang dari poligon tersebut. Sedangkan penggambaran poligon pertama pada arah “b”, akan menghasilkan potongan memanjang.
3. Double klik untuk menutup poligon, yang kemudian ditandai munculnya *window* baru seperti gambar 4.74

Sebagai catatan, semakin kecil poligon yang dibuat, semakin detail grafik kedalaman aliran yang dihasilkan.



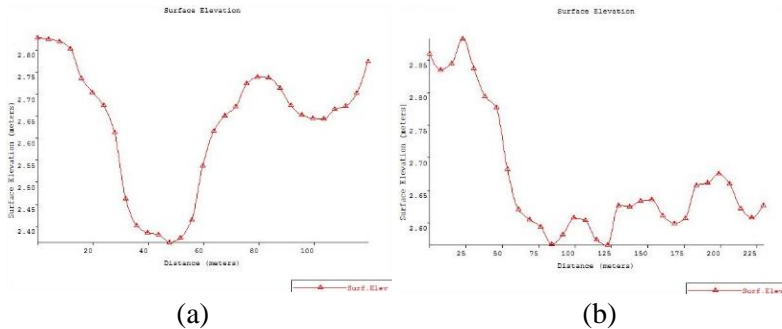
Gambar 4.73 Detail Penggambaran Poligon Pemodelan 1



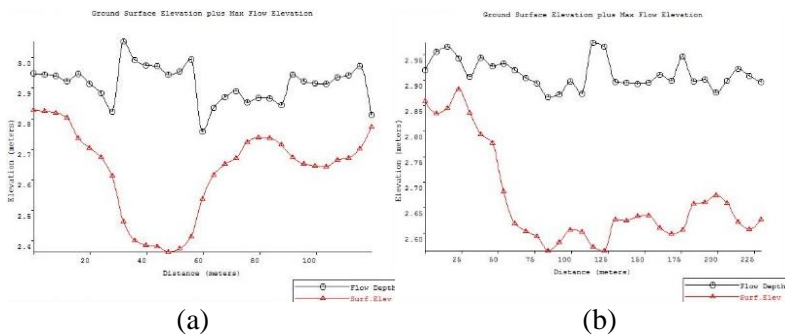
Gambar 4.74 Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation Pemodelan 1. (a) *Max Flow Depth* Potongan Melintang Poligon. (b) *Max Flow Depth* Potongan Memanjang Poligon

Gambar 4.74 merupakan grafik kedalaman maksimum aliran yang menunjukkan hubungan antara kedalaman maksimum aliran atau genangan (dalam meter) untuk sumbu y dan jarak (dalam meter) untuk sumbu x. Gambar 4.75 merupakan grafik elevasi permukaan aliran yang ditunjukkan dari hubungan elevasi permukaan aliran (dalam meter) untuk sumbu y dan jarak (dalam meter) untuk sumbu x. Gambar 4.76 merupakan grafik elevasi permukaan aliran (garis berwarna merah) dan elevasi kedalaman maksimum aliran/genangan (garis berwarna hitam) yang ditunjukkan melalui hubungan antara elevasi (dalam meter) untuk sumbu y dan jarak (dalam meter) untuk sumbu x.

Untuk membaca hasil grafik *ground surface elevation plus max flow elevation* pada gambar 4.76, lihat tabel 4.18, potongan melintang, dan tabel 4.19, potongan memanjang. Dari gambar 4.76 dapat disimpulkan bahwa semakin jauh selisih titik elevasi antara elevasi permukaan aliran dan elevasi kedalaman maksimum genangan, semakin dalam genangan yang terjadi pada area tersebut.



Gambar 4.75 *Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation* Pemodelan 1. (a) *Surface Elevation* Potongan Melintang Poligon. (b) *Surface Elevation* Potongan Memanjang Poligon



Gambar 4.76 *Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation* Pemodelan 1. (a) *Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation* Potongan Melintang Poligon. (b) *Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation* Potongan Memanjang Poligon

Tabel 4.18 Potongan Melintang Pemodelan 1


Distance	X	Y	Flow Depth	Surface Elevation
0	2596.825	2743.928	0.12	2.828
3.976937	2596.825	2739.951	0.12	2.825
7.953874	2596.825	2735.974	0.12	2.819
11.93081	2596.825	2731.997	0.12	2.802
15.90775	2596.825	2728.02	0.21	2.735
19.88468	2596.825	2724.043	0.21	2.704
23.86162	2596.825	2720.066	0.21	2.674
27.83856	2596.825	2716.089	0.21	2.612
31.81549	2596.825	2712.113	0.59	2.463
35.79243	2596.825	2708.135	0.59	2.401
39.76937	2596.825	2704.159	0.59	2.385
43.7463	2596.825	2700.182	0.59	2.381
47.72324	2596.825	2696.205	0.58	2.363
51.70018	2596.825	2692.228	0.58	2.374
55.67711	2596.825	2688.251	0.58	2.414
59.65405	2596.825	2684.274	0.22	2.537
63.63099	2596.825	2680.297	0.22	2.616
67.60793	2596.825	2676.32	0.22	2.651
71.58486	2596.825	2672.343	0.22	2.671
75.5618	2596.825	2668.366	0.13	2.723
79.53873	2596.825	2664.389	0.13	2.738
83.51567	2596.825	2660.412	0.13	2.737
87.49261	2596.825	2656.435	0.13	2.714
91.46954	2596.825	2652.458	0.27	2.674
95.44648	2596.825	2648.481	0.27	2.652
99.42342	2596.825	2644.505	0.27	2.645
103.4004	2596.825	2640.528	0.27	2.643
107.3773	2596.825	2636.551	0.27	2.665
111.3542	2596.825	2632.574	0.27	2.672
115.3312	2596.825	2628.597	0.27	2.702
119.3081	2596.825	2624.62	0.04	2.773

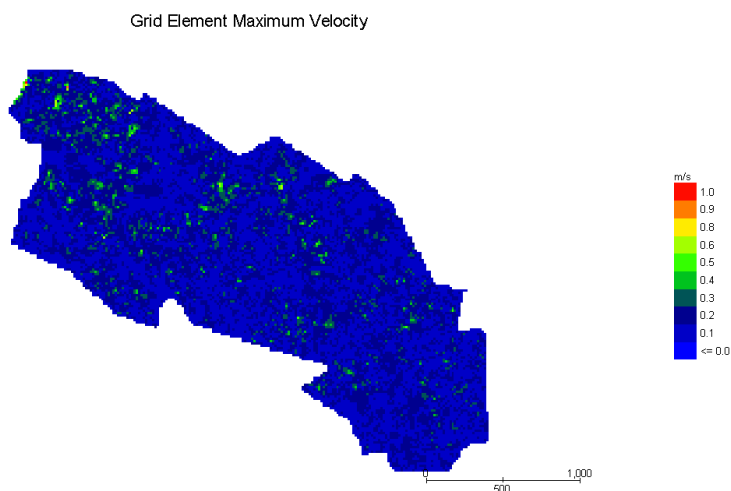
Tabel 4.19 Potongan Memanjang Pemodelan 1

Distance	X	Y	Flow Depth	Surface Elevation
0	2596.221	2744.576	0.06	2.86
7.635848	2602.727	2740.579	0.12	2.835
15.2717	2609.233	2736.582	0.12	2.845
22.90754	2615.739	2732.585	0.06	2.883
30.54339	2622.245	2728.588	0.07	2.837
38.17924	2628.751	2724.591	0.15	2.794
45.81509	2635.258	2720.594	0.15	2.777
53.45094	2641.764	2716.597	0.25	2.683
61.08679	2648.27	2712.6	0.3	2.62
68.72263	2654.776	2708.603	0.3	2.605
76.35848	2661.282	2704.606	0.3	2.594
83.99433	2667.789	2700.609	0.3	2.567
91.63018	2674.295	2696.612	0.29	2.582
99.26603	2680.801	2692.615	0.29	2.608
106.9019	2687.307	2688.618	0.27	2.604
114.5377	2693.813	2684.621	0.4	2.574
122.1736	2700.319	2680.624	0.4	2.566
129.8094	2706.825	2676.627	0.27	2.627
137.4453	2713.332	2672.63	0.27	2.625
145.0811	2719.838	2668.633	0.26	2.633
152.717	2726.344	2664.636	0.26	2.635
160.3528	2732.85	2660.639	0.3	2.611
167.9887	2739.356	2656.642	0.3	2.599
175.6245	2745.862	2652.645	0.34	2.607
183.2604	2752.369	2648.648	0.24	2.658
190.8962	2758.875	2644.651	0.24	2.661
198.5321	2765.381	2640.654	0.2	2.675
206.1679	2771.887	2636.657	0.24	2.659
213.8038	2778.393	2632.66	0.3	2.622
221.4396	2784.899	2628.663	0.3	2.608
229.0755	2791.406	2624.666	0.27	2.627

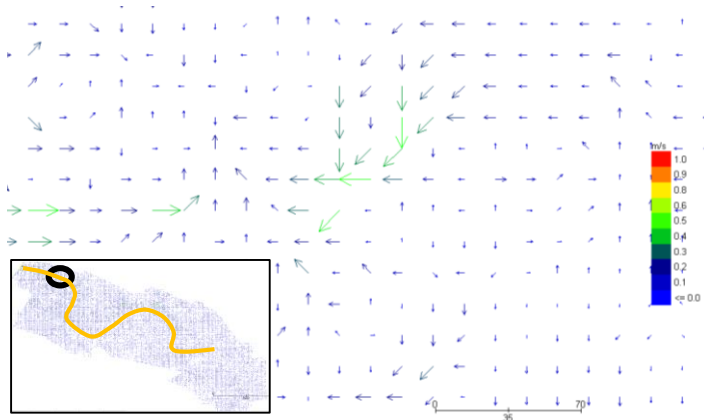
Dilihat dari tabel 4.18, kedalaman maksimum genangan (*flow depth*) potongan melintang pada jarak 31 – 56 m adalah 0.59 meter dan 0.58 meter. Sedangkan, nilai *surface elevation* potongan melintang merupakan hasil interpolasi elevasi permukaan aliran antar *grid* 3468 – 3475. Tabel 4.19, kedalaman maksimum genangan (*flow depth*) potongan memanjang pada jarak 114 – 122 m dengan nilai 0.4 meter

4.4.1.2 Plot Maximum Velocity

Selain menampilkan dan mendapatkan hasil kedalaman aliran pada *floodplain*, Mapper juga mampu menampilkan dan mendapatkan hasil kecepatan dan arah aliran. Adapun caranya yakni; klik *icon velocities* , lalu pilih *max velocity* untuk menampilkan maksimum kecepatan pada tiap *grid floodplain* (gambar 4.77) dan pilih *max velocity (vector)* untuk menampilkan arah aliran pada *floodplain* (gambar 4.78). Dilihat dari gambar 4.78, arah aliran hasil permodelan 1 sesuai dengan yang diinginkan, yakni mengarah menuju Sungai Guring.




Gambar 4.77 *Grid Element Maximum Velocity Floodplain*
Pemodelan 1



Gambar 4.78 *Grid Element Maximum Velocity (Vector)*
Pemodelan 1

4.4.1.3 Hazard Map

Untuk mendapatkan hasil hazard map, caranya adalah; klik *icon Hazard Map* , lalu pilih Hazard Map. Kemudian, akan muncul *Dialog Box Hazard Map Intensities* seperti pada gambar 4.79. Batas ambang kedalaman genangan (sesuai dengan hasil *plot final floodplain flow depth*) dan kecepatan, mengikuti seleksi yang telah diberikan dari Mapper (lihat tabel 2.10), sehingga dihasilkan Hazard Map seperti gambar 4.80

Hazard Map Information

Source Data
☒ Use current data
☐ Read from these decisions

Return Point (meters)

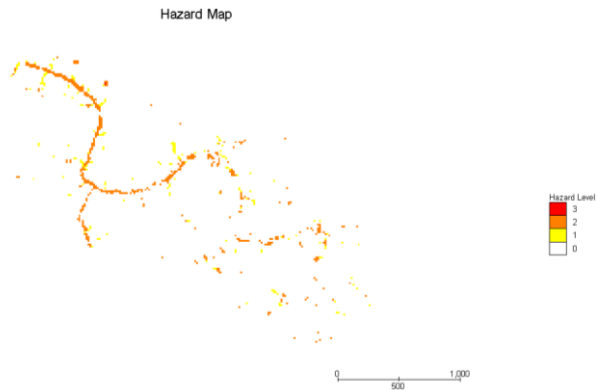
Type of Event
☒ Vibrate flooding
☐ Mud and debris flow

View flood event options	Maximum depth (m)	Logical operation	Product of maximum velocity (m/s) times maximum depth (m) (m ² /s)
High	$h \geq 0.5$	OR	$h \geq 0.5$
Medium	$0.5 \leq h < 1.5$	OR	$0.5 \leq h < 1.5$
Low	$0.1 \leq h < 0.5$	AND	$0.1 \leq h < 0.5$

☒ Use Equations

File Size:

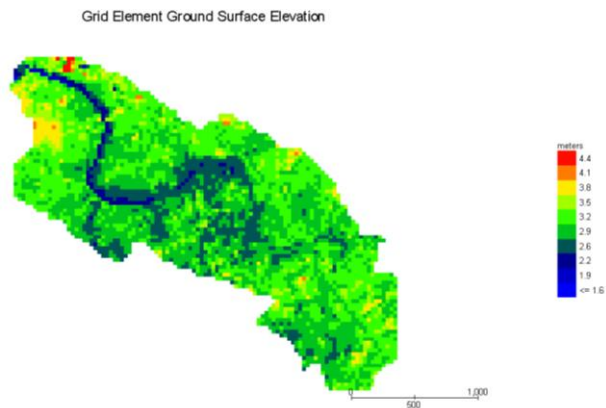
Gambar 4.79 *Dialog Box Hazard Map Intensities*



Gambar 4.80 *Hazard Map* Pemodelan 1


4.4.2 Pemodelan 2: menggunakan data hujan, penampang saluran, dan tanpa data pasang surut

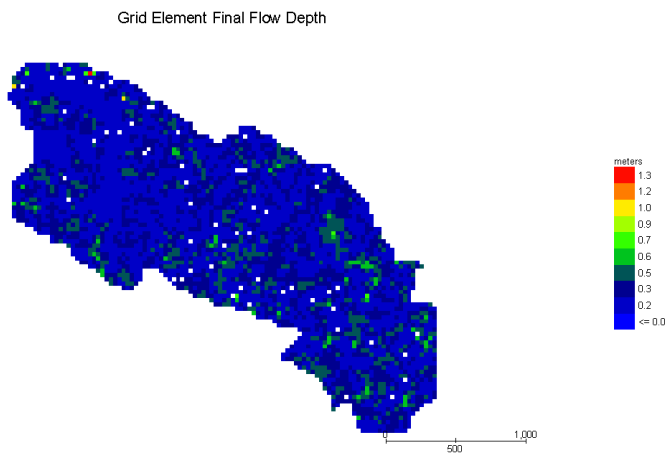
Dari hasil yang didapatkan dari running aplikasi GDS dalam bentuk FPLAIN.DAT (pastikan *file* .OUT berada dalam 1 folder dengan FPLAIN.DAT), buka aplikasi Flo-2D Mapper. Kemudian *loading data*, klik *file* FPLAIN.DAT dalam folder Permodelan 2, *read Flo-2D results*. Mapper akan menampilkan *ground surface elevation density plot* (gambar 4.81).



Gambar 4.81 *Plot Ground Surface Elevation* Pemodelan 2

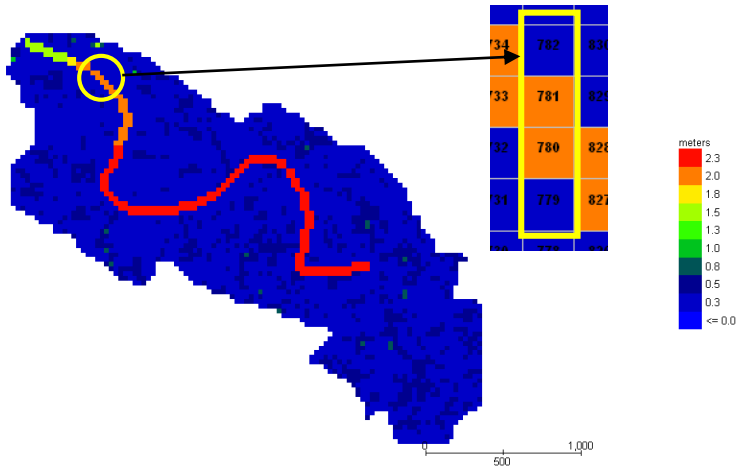
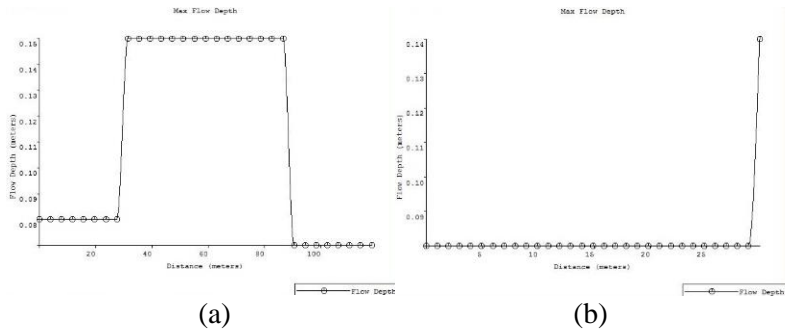
4.4.2.1 Plot Maximum Flow Depth

Klik icon flow depth  , lalu pilih *max final floodplain flow depth* untuk menghasilkan peta genangan (gambar 4.82), yang memiliki hasil peta skala warna hampir sama dengan *max flow depth*. Nilai yang ditampilkan pada tiap *grid* untuk hasil *plotting final floodplain flow depth* merupakan nilai *maximum water surface elevation – surface elevation*. Disisi lain, untuk melihat kedalaman aliran pada *floodplain* dan *channel*, hasil simulasi aliran permukaan bebas dan aliran saluran, pilih *max combined channel and floodplain flow depth* (gambar 4.83). Nilai yang ditampilkan pada *element grid channel* merupakan nilai kedalaman aliran hasil pengurangan *maximum water surface elevation – elevasi dasar saluran*. Detail kedalaman aliran kombinasi *channel and floodplain* pada elemen *grid* nomer 779 – 782 (kotak kuning pada gambar 4.83) dapat dilihat melalui grafik hasil dari *Plot flow depth profile*. Untuk melakukan *Plotting flow depth profile*, caranya sama seperti pembahasan dalam sub-bab 4.4.1.1. *flow depth profile* akan menunjukkan potongan melintang dan memanjang pada titik tersebut, yang hasilnya dapat dilihat pada grafik (gambar 4.84 – 4.86).

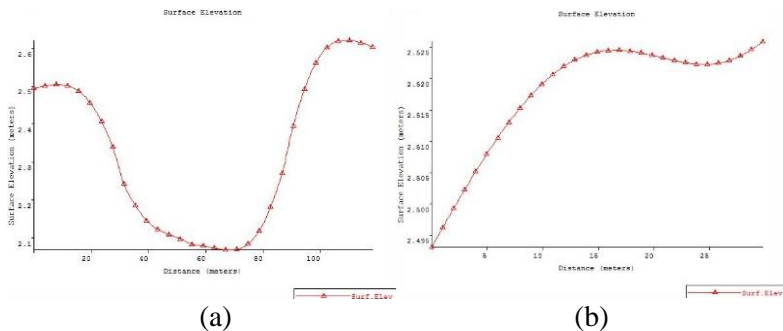


Gambar 4.82 Plot Final Floodplain Flow Depth Pemodelan 2

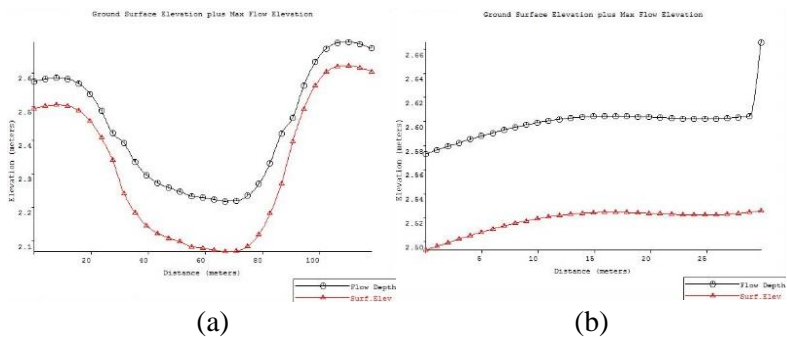
Grid Element Max Combined Channel and Floodplain Flow Depth

**Gambar 4.83** Plot Maximum Flow Depth Pemodelan 2

Gambar 4.84 Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation Pemodelan 2. (a) Max Flow Depth Potongan Melintang Poligon.
 (b) Max Flow Depth Potongan Memanjang Poligon



Gambar 4.85 *Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation* Pemodelan 2. (a) *Surface Elevation* Potongan Melintang Poligon. (b) *Surface Elevation* Potongan Memanjang Poligon



Gambar 4.86 *Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation* Pemodelan 2. (a) *Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation* Potongan Melintang Poligon. (b) *Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation* Potongan Memanjang Poligon

Penjelasan mengenai arti grafik dapat dilihat pada sub-bab 4.4.1.1. Sedangkan, untuk membaca hasil grafik *ground surface elevation plus max flow elevation* pada gambar 4.86, lihat tabel 4.20, potongan melintang, dan tabel 4.21, potongan memanjang.

Tabel 4.20 Potongan Melintang Permodelan 2

Distance	X	Y	Flow Depth	Surface Elevation
0	2695.333	2668.34	0.08	2.494
3.938485	2695.333	2664.402	0.08	2.501
7.876969	2695.333	2660.463	0.08	2.505
11.81545	2695.333	2656.525	0.08	2.502
15.75394	2695.333	2652.586	0.08	2.488
19.69242	2695.333	2648.648	0.08	2.457
23.63091	2695.333	2644.709	0.08	2.407
27.56939	2695.333	2640.771	0.08	2.34
31.50788	2695.333	2636.832	0.15	2.242
35.44636	2695.333	2632.894	0.15	2.185
39.38485	2695.333	2628.955	0.15	2.146
43.32333	2695.333	2625.017	0.15	2.123
47.26181	2695.333	2621.078	0.15	2.109
51.2003	2695.333	2617.14	0.15	2.097
55.13878	2695.333	2613.201	0.15	2.083
59.07727	2695.333	2609.263	0.15	2.079
63.01575	2695.333	2605.324	0.15	2.073
66.95424	2695.333	2601.386	0.15	2.069
70.89272	2695.333	2597.447	0.15	2.07
74.83121	2695.333	2593.509	0.15	2.084
78.76969	2695.333	2589.57	0.15	2.12
82.70818	2695.333	2585.632	0.15	2.182
86.64666	2695.333	2581.693	0.15	2.27
90.58514	2695.333	2577.755	0.07	2.396
94.52363	2695.333	2573.816	0.07	2.493
98.46211	2695.333	2569.878	0.07	2.562
102.4006	2695.333	2565.939	0.07	2.603
106.3391	2695.333	2562.001	0.07	2.62
110.2776	2695.333	2558.063	0.07	2.622
114.216	2695.333	2554.124	0.07	2.615
118.1545	2695.333	2550.186	0.07	2.604

Tabel 4.21 Potongan Memanjang Permodelan 2

Distance	X	Y	Flow Depth	Surface Elevation
0	2694.26	2669.088	0.08	2.493
0.9923991	2695.253	2669.088	0.08	2.496
1.984798	2696.245	2669.088	0.08	2.499
2.977197	2697.238	2669.088	0.08	2.502
3.969596	2698.23	2669.088	0.08	2.505
4.961996	2699.222	2669.088	0.08	2.508
5.954395	2700.215	2669.088	0.08	2.511
6.946794	2701.207	2669.088	0.08	2.513
7.939193	2702.2	2669.088	0.08	2.515
8.931592	2703.192	2669.088	0.08	2.517
9.923991	2704.185	2669.088	0.08	2.519
10.91639	2705.177	2669.088	0.08	2.521
11.90879	2706.169	2669.088	0.08	2.522
12.90119	2707.162	2669.088	0.08	2.523
13.89359	2708.154	2669.088	0.08	2.524
14.88599	2709.146	2669.088	0.08	2.524
15.87839	2710.139	2669.088	0.08	2.524
16.87078	2711.131	2669.088	0.08	2.525
17.86318	2712.124	2669.088	0.08	2.524
18.85558	2713.116	2669.088	0.08	2.524
19.84798	2714.108	2669.088	0.08	2.524
20.84038	2715.101	2669.088	0.08	2.523
21.83278	2716.093	2669.088	0.08	2.523
22.82518	2717.086	2669.088	0.08	2.523
23.81758	2718.078	2669.088	0.08	2.522
24.80998	2719.071	2669.088	0.08	2.522
25.80238	2720.063	2669.088	0.08	2.522
26.79478	2721.055	2669.088	0.08	2.523
27.78718	2722.048	2669.088	0.08	2.524
28.77958	2723.04	2669.088	0.08	2.525
29.77197	2724.032	2669.088	0.14	2.526

Tabel 4.20 menunjukkan kedalaman maksimum genangan (*flow depth*) potongan melintang pada jarak 31 – 87 m adalah 0.15 meter. Sedangkan, nilai *surface elevation* potongan melintang merupakan hasil interpolasi elevasi permukaan aliran antar *grid* 779 (*surface elevation*=2.72 m) untuk jarak 90-120 m, 780 (*surface elevation*=1.97 m) untuk jarak 60-90 m, 781 (*surface elevation*=2.07 m) untuk jarak 30-60 m, dan 782 (*surface elevation*=2.57 m) untuk jarak 0-30 m. Jika dilihat lagi (gambar 4.82) lokasi genangan terdalam, yakni pada jarak 30 hingga 90 m, merupakan lokasi saluran/sungai. Seiring dengan bertambahnya jarak, nilai kedalaman maksimum tidak dapat diinterpolasi, lain halnya dengan nilai *surface elevation*.

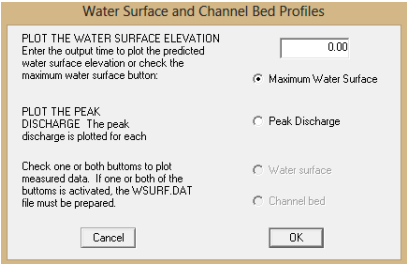
Tabel 4.21 menunjukkan kedalaman maksimum genangan (*flow depth*) potongan memanjang pada jarak 0 – 29 m adalah 0.14 meter. Potongan arah memanjang tersebut terletak pada *floodplain* elemen *grid* nomer 782. Hal ini dapat dilihat dari nilai hasil interpolasi *surface elevation* antara *grid* 734, 782, dan 830, yang masing-masing memiliki nilai *surface elevation* 2.14, 2.57, dan 2.61. Jika ingin melihat lebih detail potongan memanjang hubungan *channel bed* dan *water surface*, buka aplikasi PROFILES dengan cara klik *File* dalam Mapper > Run PROFILES. *Window* PROFILES akan terlihat seperti gambar 4.87.

PROFILES sebagai post-processor program

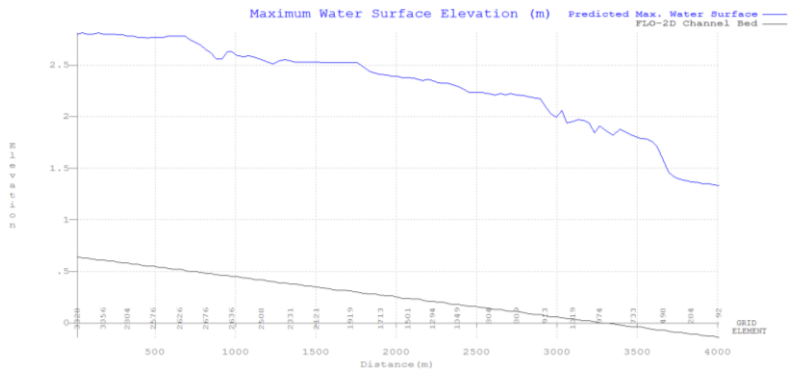
Klik *view profiles*, untuk melihat potongan memanjang dari *channel*, *dialog box* pada gambar 4.88 akan muncul. Pilih *Maximum Water Surface*, klik OK, untuk *plotting* elevasi dasar saluran dan elevasi *maximum water surface* (gambar 4.89). Kemudian, akan muncul grafik hubungan jarak/*distance* (untuk sumbu x) dan elevasi dalam meter (untuk sumbu y).



Gambar 4.87 Window PROFILES



Gambar 4.88 Dialog Box Water Surface And Channel Bed Profiles



Gambar 4.89 Grafik Channel Bed dan Maximum Water Surface Elevation Pemodelan 2

Penjelasan mengenai grafik dasar saluran (gambar 4.89) dapat dilihat pada sub-bab 4.3.2 halaman 73. Klik *Save*, kemudian *dialog box* pada gambar 4.90 akan muncul. Klik OK, lalu *exit* program. Buka *file* CHANSTAWS.OUT (tabel 4.22) dalam folder pemodelan 2 untuk melihat nilai dari koordinat x dan y pada grafik gambar 4.89.



Gambar 4.90 *Dialog Box Created CHANSTAWS.OUT*

Tabel 4.22 CHANSTAWS.OUT Pemodelan 2

CHANNEL	X-COORD	Y-COORD	DISTANCE FT OR M	DISTANCE MI OR KM	BED ELEVATION	MAX WATER SURFACE ELEVATION
3328	4418.96	1394.65	15.00	0.015	0.64	2.80
3269	4388.96	1394.65	45.00	0.045	0.63	2.81
3214	4358.96	1394.65	75.00	0.075	0.63	2.80
3160	4328.96	1394.65	108.10	0.108	0.62	2.80
3107	4298.96	1364.65	144.32	0.144	0.61	2.81
3056	4268.96	1364.65	177.42	0.177	0.61	2.80
3006	4238.96	1364.65	207.42	0.207	0.60	2.80
2955	4208.96	1364.65	237.42	0.237	0.60	2.80
2904	4178.96	1364.65	267.42	0.267	0.59	2.79
2853	4148.96	1364.65	297.42	0.297	0.58	2.79
2804	4118.96	1364.65	327.42	0.327	0.58	2.78
2757	4088.96	1364.65	357.42	0.357	0.57	2.78
2711	4058.96	1364.65	387.42	0.387	0.57	2.77
2665	4028.96	1364.65	417.42	0.417	0.56	2.77
2620	3998.96	1364.65	450.52	0.451	0.55	2.76
2576	3968.96	1394.65	486.73	0.487	0.55	2.77
2577	3968.96	1424.65	519.84	0.520	0.54	2.77
2578	3968.96	1454.65	549.84	0.550	0.54	2.77
2579	3968.96	1484.65	582.94	0.583	0.53	2.78
2625	3998.96	1514.65	619.15	0.619	0.52	2.78
2626	3998.96	1544.65	652.26	0.652	0.52	2.78
2627	3998.96	1574.65	682.26	0.682	0.51	2.77
2628	3998.96	1604.65	712.26	0.712	0.50	2.75
2629	3998.96	1634.65	745.36	0.745	0.50	2.72
2675	4028.96	1664.65	781.57	0.782	0.49	2.69
2676	4028.96	1694.65	814.68	0.815	0.48	2.65
2677	4028.96	1724.65	844.68	0.845	0.48	2.62
2678	4028.96	1754.65	877.78	0.878	0.47	2.56
2634	3998.96	1784.65	913.99	0.914	0.46	2.56
2635	3998.96	1814.65	947.10	0.947	0.46	2.63
2636	3998.96	1844.65	977.10	0.977	0.45	2.63
2637	3998.96	1874.65	1010.20	1.010	0.45	2.59
2593	3968.96	1904.65	1049.52	1.050	0.44	2.58
2550	3938.96	1934.65	1088.84	1.089	0.43	2.59
2551	3938.96	1964.65	1125.05	1.125	0.42	2.57
2508	3908.96	1994.65	1161.26	1.161	0.42	2.55

Lanjutan Tabel 4.22 CHANSTAWS.OUT Pemodelan 2

CHANNEL	X-COORD	Y-COORD	DISTANCE FT OR M	DISTANCE MI OR KM	BED ELEVATION	MAX WATER SURFACE ELEVATION
2509	3908.96	2024.65	1197.47	1.197	0.41	2.53
2465	3878.96	2054.65	1233.68	1.234	0.40	2.51
2419	3848.96	2054.65	1269.89	1.270	0.39	2.54
2375	3818.96	2084.65	1306.10	1.306	0.39	2.55
2331	3788.96	2084.65	1339.21	1.339	0.38	2.54
2287	3758.96	2084.65	1369.21	1.369	0.38	2.53
2245	3728.96	2084.65	1399.21	1.399	0.37	2.53
2203	3698.96	2084.65	1429.21	1.429	0.36	2.53
2162	3668.96	2084.65	1462.31	1.462	0.36	2.53
2121	3638.96	2054.65	1501.63	1.502	0.35	2.53
2081	3608.96	2024.65	1544.06	1.544	0.34	2.52
2041	3578.96	1994.65	1586.49	1.586	0.33	2.52
2000	3548.96	1964.65	1628.92	1.629	0.32	2.52
1959	3518.96	1934.65	1671.35	1.671	0.32	2.52
1919	3488.96	1904.65	1713.78	1.714	0.31	2.52
1879	3458.96	1874.65	1756.21	1.756	0.30	2.52
1838	3428.96	1844.65	1795.53	1.796	0.29	2.48
1796	3398.96	1814.65	1831.74	1.832	0.28	2.44
1754	3368.96	1814.65	1867.95	1.868	0.28	2.42
1713	3338.96	1814.65	1904.16	1.904	0.27	2.41
1670	3308.96	1784.65	1940.37	1.940	0.26	2.40
1628	3278.96	1784.65	1973.48	1.973	0.26	2.39
1586	3248.96	1784.65	2003.48	2.003	0.25	2.39
1544	3218.96	1784.65	2036.58	2.037	0.24	2.38
1501	3188.96	1754.65	2072.79	2.073	0.24	2.38
1460	3158.96	1754.65	2105.90	2.106	0.23	2.37
1420	3128.96	1754.65	2135.90	2.136	0.23	2.36
1379	3098.96	1754.65	2165.90	2.166	0.22	2.35
1337	3068.96	1754.65	2195.90	2.196	0.21	2.36
1294	3038.96	1754.65	2225.90	2.226	0.21	2.35
1247	3008.96	1754.65	2255.90	2.256	0.20	2.33
1199	2978.96	1754.65	2285.90	2.286	0.20	2.32
1149	2948.96	1754.65	2315.90	2.316	0.19	2.32
1099	2918.96	1754.65	2345.90	2.346	0.18	2.31
1049	2888.96	1754.65	2379.00	2.379	0.18	2.29
1001	2858.96	1784.65	2415.21	2.415	0.17	2.27
951	2828.96	1784.65	2451.42	2.451	0.16	2.23
901	2798.96	1814.65	2490.74	2.491	0.16	2.23
852	2768.96	1844.65	2533.17	2.533	0.15	2.23
804	2738.96	1874.65	2575.60	2.576	0.14	2.22
757	2708.96	1904.65	2614.92	2.615	0.13	2.21
758	2708.96	1934.65	2648.03	2.648	0.13	2.22
759	2708.96	1964.65	2678.03	2.678	0.12	2.21
760	2708.96	1994.65	2711.13	2.711	0.11	2.22
809	2738.96	2024.65	2750.45	2.750	0.11	2.21
859	2768.96	2054.65	2789.77	2.790	0.10	2.20
860	2768.96	2084.65	2825.98	2.826	0.09	2.19
911	2798.96	2114.65	2862.19	2.862	0.08	2.18
912	2798.96	2144.65	2895.30	2.895	0.08	2.17
913	2798.96	2174.65	2925.30	2.925	0.07	2.10
914	2798.96	2204.65	2958.40	2.958	0.06	2.03
966	2828.96	2234.65	2994.61	2.995	0.06	1.99
967	2828.96	2264.65	3027.72	3.028	0.05	2.06
968	2828.96	2294.65	3060.82	3.061	0.04	1.94
1019	2858.96	2324.65	3097.03	3.097	0.04	1.95
1020	2858.96	2354.65	3130.14	3.130	0.03	1.97
1021	2858.96	2384.65	3163.24	3.163	0.02	1.96
972	2828.96	2414.65	3199.45	3.199	0.02	1.94
973	2828.96	2444.65	3232.56	3.233	0.01	1.84
974	2828.96	2474.65	3265.66	3.266	0.00	1.91
924	2798.96	2504.65	3304.98	3.305	0.00	1.86
875	2768.96	2534.65	3347.41	3.347	-0.01	1.82
827	2738.96	2564.65	3389.84	3.390	-0.02	1.88
780	2708.96	2594.65	3432.27	3.432	-0.03	1.84
733	2678.96	2624.65	3474.70	3.475	-0.04	1.81
685	2648.96	2654.65	3517.13	3.517	-0.04	1.79
638	2618.96	2684.65	3556.45	3.556	-0.05	1.78
590	2588.96	2684.65	3589.56	3.590	-0.06	1.76
543	2558.96	2684.65	3622.66	3.623	-0.07	1.71
498	2528.96	2714.65	3658.87	3.659	-0.07	1.58
454	2498.96	2714.65	3695.08	3.695	-0.08	1.46
412	2468.96	2744.65	3731.29	3.731	-0.09	1.41

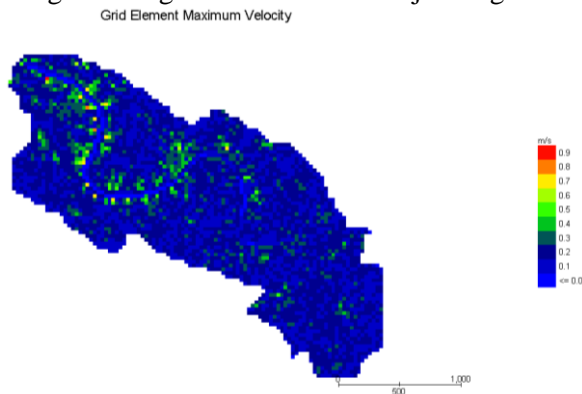
Lanjutan Tabel 4.22 CHANSTAWS.OUT Pemodelan 2

369	2438.96	2744.65	3764.40	3.764	-0.09	1.39
326	2408.96	2744.65	3797.50	3.798	-0.10	1.38
284	2378.96	2774.65	3833.71	3.834	-0.11	1.37
243	2348.96	2774.65	3869.92	3.870	-0.11	1.36
203	2318.96	2804.65	3906.13	3.906	-0.12	1.35
162	2288.96	2804.65	3939.24	3.939	-0.13	1.35
122	2258.96	2804.65	3972.34	3.972	-0.13	1.34
92	2228.96	2834.65	4005.45	4.005	-0.14	1.33

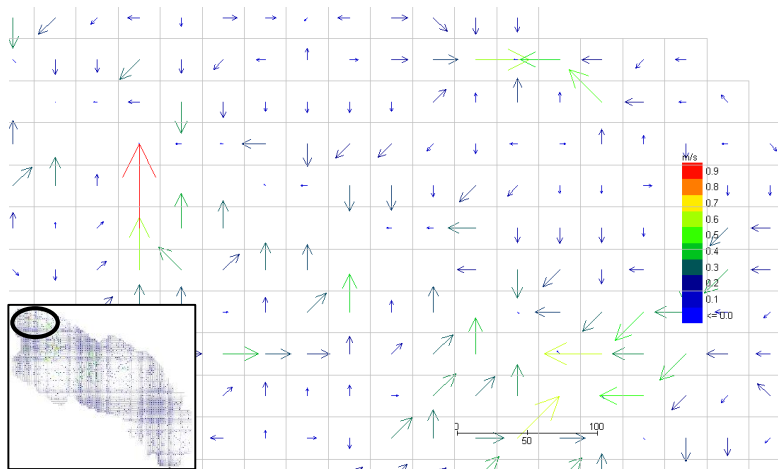
Tabel 4.22 menunjukkan nilai *maximum water surface elevation* dan *channel bed* pada tiap elemen *grid channel*. Untuk mendapatkan nilai kedalaman aliran (*surface elevation + flow depth*/genangan seperti gambar 4.86), kurangkan nilai pada kolom *max water surface elevation* dengan kolom *bed elevation*. Misalkan pada elemen *grid* hilir saluran nomer 92, kedalaman aliran *channel* = $1.33 - (-0.14) = 1.47$ meter. Dari hasil perhitungan kedalaman aliran *channel* dalam excel, didapatkan kedalaman aliran *channel* maksimum berada pada *grid element channel number* 2627 dengan nilai 2.27 meter

4.4.2.2 Plot Maximum Velocity


Hasil plot *maximum velocity* untuk *floodplain* dapat dilihat pada gambar 4.91. Sedangkan, arah aliran dapat dilihat pada gambar 4.92. Dilihat dari gambar 4.92, arah aliran hasil pemodelan 2 sesuai dengan yang diinginkan, yakni mengarah menuju Sungai Guring dan bermuara menuju Sungai Martapura.



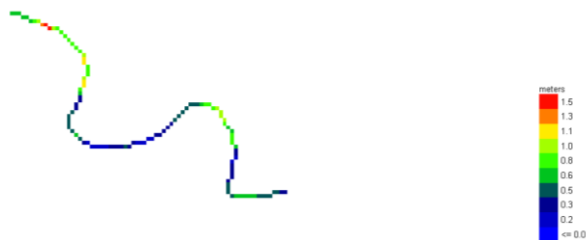
Gambar 4.91 *Grid Element Maximum Velocity Floodplain*
Pemodelan 2



Gambar 4.92 *Grid Element Maximum Velocity (Vector)*
Pemodelan 2

Hasil *plot maximum velocity* untuk *channel* dapat dilihat pada gambar 4.93. Adapun cara untuk menampilkannya yakni; klik *icon velocities* , lalu pilih *max channel flow velocity* untuk menampilkan maksimum kecepatan pada tiap *grid channel*. Nilai dari kecepatan maksimum tiap *grid elemen channel* dapat dilihat pada *file VELTIMEC.OUT* (tabel 4.23) dalam folder hasil simulasi pemodelan 2.

Grid Element Max Channel Flow Velocity



Gambar 4.93 *Grid Element Max Channel Flow Velocity*
Pemodelan 2

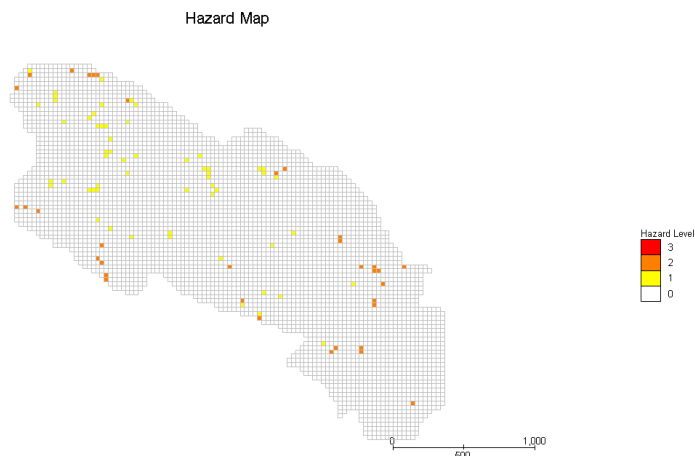
Tabel 4.23 VELTIMEC.OUT Pemodelan 2

MAXIMUM CHANNEL VELOCITY LIST IN DESCENDING ORDER			MAXIMUM CHANNEL VELOCITY LIST IN DESCENDING ORDER		
NODE	MAXIMUM VELOCITY	TIME OF OCCURRENCE	NODE	MAXIMUM VELOCITY	TIME OF OCCURRENCE
	(FPS OR MPS)	(HRS)		(FPS OR MPS)	(HRS)
498	1.46	6.00	326	0.64	5.99
543	1.36	6.00	2711	0.63	5.90
454	1.17	6.00	2593	0.63	5.99
967	1.04	6.00	284	0.61	5.99
972	1.01	6.00	243	0.60	5.99
973	1.01	6.00	2757	0.59	5.90
966	0.98	6.00	2678	0.58	5.97
412	0.94	5.99	952	0.57	5.91
974	0.93	5.99	2287	0.56	5.97
590	0.92	6.00	2665	0.56	5.90
2465	0.88	5.97	203	0.56	6.00
2509	0.88	5.97	2804	0.55	5.90
968	0.85	5.99	162	0.52	6.00
2508	0.84	5.97	2853	0.52	5.91
2551	0.82	5.97	913	0.51	6.00
2419	0.80	5.97	122	0.50	6.00
369	0.78	5.98	2904	0.49	5.91
2375	0.78	5.97	2955	0.47	5.91
2331	0.78	5.97	2620	0.47	5.89
924	0.75	5.99	3006	0.46	5.90
685	0.75	6.00	3107	0.45	5.90
875	0.74	6.00	804	0.44	5.91
1019	0.73	5.99	3056	0.44	5.90
827	0.73	5.96	3160	0.43	5.89
638	0.73	6.00	2081	0.42	5.89
733	0.72	5.99	2121	0.41	5.90
2550	0.71	5.97	2245	0.40	5.97
2636	0.71	5.98	2576	0.40	5.89
2635	0.71	5.97	2041	0.39	5.89
914	0.70	6.00	760	0.39	5.89
780	0.69	5.96	2162	0.38	5.90
1021	0.69	5.99	901	0.38	5.92
2634	0.67	5.97	2203	0.37	5.91
1020	0.65	5.98	2577	0.37	5.90
2637	0.64	5.98	809	0.36	5.89
1460	0.36	5.88	2675	0.15	5.98
3214	0.36	5.89	1099	0.14	5.98
759	0.35	5.90	1586	0.13	5.85
2578	0.34	5.90	1247	0.13	5.91
758	0.34	5.90	1628	0.12	5.84
2000	0.33	5.93	1754	0.12	5.98
757	0.33	5.90	1199	0.11	5.81
1501	0.32	5.88	1713	0.09	5.98
1420	0.32	5.90	1149	0.08	5.91
3269	0.31	5.95	1670	0.08	5.99
2579	0.31	5.90	92	0.00	0.00
1379	0.31	5.87			
912	0.31	6.00			
859	0.29	5.88			
951	0.29	5.92			
2677	0.29	5.97			
1959	0.28	5.92			
2625	0.28	5.91			
1337	0.27	5.90			
911	0.27	6.00			
960	0.26	5.88			
3328	0.25	5.95			
1919	0.24	5.97			
2626	0.23	5.94			
1879	0.22	5.98			
1838	0.22	5.98			
1294	0.20	5.91			
2627	0.19	5.93			
2628	0.19	5.84			
1544	0.18	5.92			
2676	0.18	5.98			
1796	0.17	5.98			
1001	0.15	5.98			
2629	0.15	5.94			
1049	0.15	5.98			

Tabel 4.23 menunjukkan bahwa kecepatan maksimum *channel* adalah 1.46 m/s pada elemen *grid* nomer 498 dan kecepatan minimum *channel* adalah 0 pada elemen *grid* hilir nomer 92.

4.4.2.3 Hazard Map

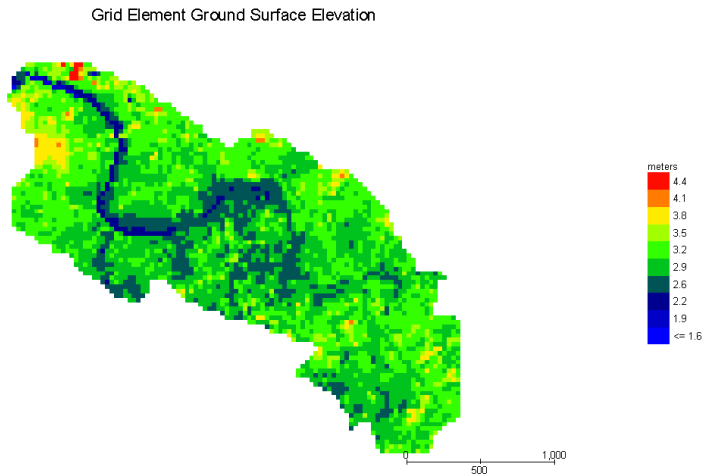
Untuk menampilkan Hazard Map, ikuti cara yang telah dibahas dalam sub-bab 4.4.1.3, beserta penjelasan cara komputasinya. Adapun Hazard Map yang dihasilkan dari pemodelan 2 disajikan dalam gambar 4.94.



Gambar 4.94 *Hazard Map* Pemodelan 2

4.4.3 Pemodelan 3: menggunakan data hujan, penampang saluran, dan dengan data pasang surut

Dari hasil yang didapatkan dari running aplikasi GDS dalam bentuk FPLAIN.DAT (pastikan *file* .OUT berada dalam 1 folder dengan FPLAIN.DAT), buka aplikasi Flo-2D Mapper. Kemudian *loading data*, klik *file* FPLAIN.DAT dalam folder Pemodelan 3, *read Flo-2D results*. Mapper akan menampilkan *ground surface elevation density plot* (gambar 4.95).



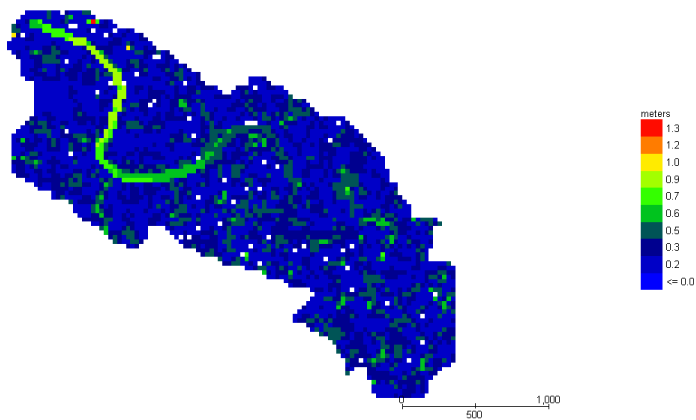
Gambar 4.95 *Plot Ground Surface Elevation* Pemodelan 3

4.4.3.1 *Plot Maximum Flow Depth*

Peta genangan atau hasil *plot final floodplain flow depth* ditunjukkan pada gambar 4.96. untuk menampilkannya telah dibahas dalam sub-bab 4.4.2.1. Nilai yang ditampilkan pada tiap *grid* untuk hasil *plotting final floodplain flow depth* merupakan nilai *maximum water surface elevation – surface elevation*. Disisi lain, untuk melihat kedalaman aliran pada *floodplain* dan *channel*, hasil simulasi aliran permukaan bebas dan aliran saluran, pilih *max combined channel and floodplain flow depth*, yang hasilnya ditampilkan pada gambar 4.97. Nilai yang ditampilkan pada *element grid channel* merupakan nilai kedalaman aliran hasil pengurangan *maximum water surface elevation – elevasi dasar saluran*. Detail kedalaman aliran kombinasi *channel and floodplain* pada elemen *grid* nomer 779 – 782 (kotak kuning pada gambar 4.97) dapat dilihat melalui grafik hasil dari *Plot flow depth profile*. Untuk melakukan *Plotting flow depth profile*, caranya sama seperti pembahasan dalam sub-bab 4.4.1.1. *flow depth profile* akan menunjukkan potongan melintang dan memanjang pada titik

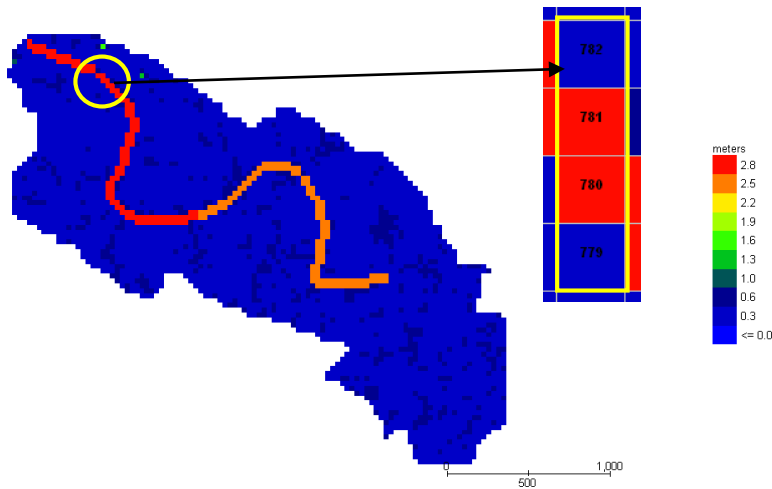
tersebut, yang hasilnya dapat dilihat pada grafik (gambar 4.98 – 4.100). Penjelasan mengenai arti grafik (gambar 4.98 – 4.100) dapat dilihat pada sub-bab 4.4.1.1.

Grid Element Final Flow Depth

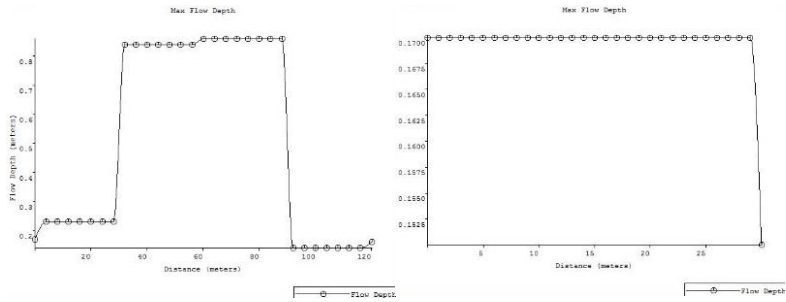


Gambar 4.96 *Plot Final Floodplain Flow Depth* Pemodelan 3

Grid Element Max Combined Channel and Floodplain Flow Depth



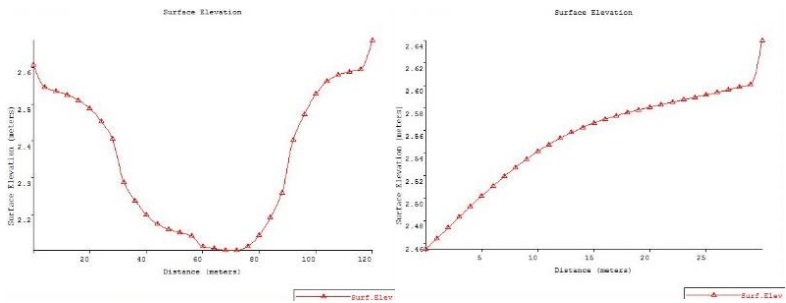
Gambar 4.97 *Plot Maximum Flow Depth* Pemodelan 3



(a)

(b)

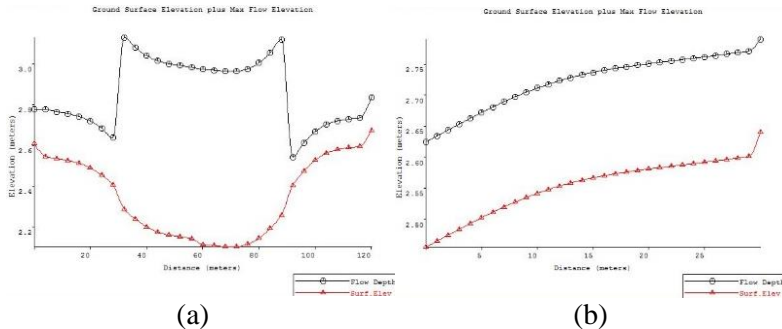
Gambar 4.98 Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation
 Pemodelan 3. (a) Max Flow Depth Potongan Melintang Poligon.
 (b) Max Flow Depth Potongan Memanjang Poligon



(a)

(b)

Gambar 4.99 Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation
 Pemodelan 3. (a) Surface Elevation Potongan Melintang Poligon.
 (b) Surface Elevation Potongan Memanjang Poligon



Gambar 4.100 Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation Pemodelan 3. (a) Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation Potongan Melintang Poligon. (b) Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation Potongan Memanjang Poligon

Gambar 4.100a dibuat berdasarkan data dari tabel 4.24. dikarenakan nilai kedalaman genangan antar *grid* tidak dilakukan interpolasi, lain halnya dengan nilai *surface elevation* (baca sub-bab 4.4.2.1 halaman 115), dan didukung dengan nilai kedalaman genangan pada bagian saluran merupakan genangan paling dalam, maka terjadi lonjakan grafik pada jarak 32 meter atau pada peralihan elemen *grid* 782 ke 781 (begitu pula dengan peralihan elemen *grid* 780 ke 779) . Untuk membaca lebih detail hasil grafik *ground surface elevation plus max flow elevation* pada gambar 4.100, lihat tabel 4.24, potongan melintang, dan tabel 4.25, potongan memanjang.

Tabel 4.24 Potongan Melintang Pemodelan 3

Distance	X	Y	Flow Depth	Surface Elevation
0	2694.272	2669.675	0.17	2.607
4.004117	2694.264	2665.671	0.23	2.545
8.008235	2694.256	2661.667	0.23	2.535
12.01235	2694.249	2657.663	0.23	2.525
16.01647	2694.241	2653.658	0.23	2.511
20.02059	2694.233	2649.654	0.23	2.488
24.02471	2694.225	2645.65	0.23	2.453
28.02882	2694.217	2641.646	0.23	2.406
32.03294	2694.209	2637.641	0.84	2.288
36.03706	2694.202	2633.637	0.84	2.238
40.04117	2694.194	2629.633	0.84	2.199
44.04529	2694.186	2625.629	0.84	2.174
48.0494	2694.178	2621.625	0.84	2.16
52.05352	2694.17	2617.62	0.84	2.151
56.05764	2694.163	2613.616	0.84	2.142
60.06175	2694.155	2609.612	0.86	2.113
64.06587	2694.147	2605.608	0.86	2.108
68.06999	2694.139	2601.604	0.86	2.103
72.07411	2694.132	2597.599	0.86	2.103
76.07823	2694.124	2593.595	0.86	2.114
80.08235	2694.116	2589.591	0.86	2.144
84.08647	2694.108	2585.586	0.86	2.192
88.09059	2694.1	2581.582	0.86	2.258
92.09471	2694.093	2577.578	0.14	2.402
96.09883	2694.085	2573.574	0.14	2.473
100.103	2694.077	2569.57	0.14	2.527
104.1071	2694.069	2565.565	0.14	2.562
108.1112	2694.061	2561.561	0.14	2.58
112.1153	2694.053	2557.557	0.14	2.588
116.1194	2694.046	2553.553	0.14	2.595
120.1236	2694.038	2549.552	0.16	2.674

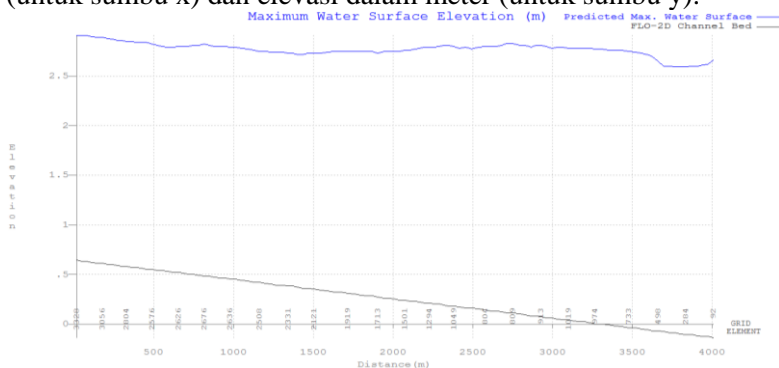
Tabel 4.25 Potongan Memanjang Pemodelan 3

Distance	X	Y	Flow Depth	Surface Elevation
0	2694.091	2669.756	0.17	2.455
0.999642	2695.09	2669.756	0.17	2.464
1.999284	2696.09	2669.756	0.17	2.474
2.998926	2697.09	2669.756	0.17	2.483
3.998568	2698.089	2669.756	0.17	2.493
4.99821	2699.089	2669.756	0.17	2.502
5.997852	2700.088	2669.756	0.17	2.511
6.997494	2701.088	2669.756	0.17	2.519
7.997136	2702.088	2669.756	0.17	2.527
8.996778	2703.087	2669.756	0.17	2.535
9.99642	2704.087	2669.756	0.17	2.542
10.99606	2705.087	2669.756	0.17	2.548
11.9957	2706.086	2669.756	0.17	2.553
12.99535	2707.086	2669.756	0.17	2.558
13.99499	2708.085	2669.756	0.17	2.563
14.99463	2709.085	2669.756	0.17	2.567
15.99427	2710.085	2669.756	0.17	2.57
16.99392	2711.084	2669.756	0.17	2.573
17.99356	2712.084	2669.756	0.17	2.576
18.9932	2713.084	2669.756	0.17	2.579
19.99284	2714.083	2669.756	0.17	2.581
20.99248	2715.083	2669.756	0.17	2.583
21.99212	2716.083	2669.756	0.17	2.585
22.99176	2717.082	2669.756	0.17	2.587
23.99141	2718.082	2669.756	0.17	2.59
24.99105	2719.082	2669.756	0.17	2.592
25.99069	2720.081	2669.756	0.17	2.594
26.99033	2721.081	2669.756	0.17	2.596
27.98997	2722.081	2669.756	0.17	2.599
28.98961	2723.08	2669.756	0.17	2.601
29.98925	2724.08	2669.756	0.15	2.64

Tabel 4.24 menunjukkan kedalaman maksimum genangan (*flow depth*) potongan melintang pada jarak 32 – 88 m adalah 0.84 meter dan 0.86 meter. Penjelasan mengenai nilai *surface elevation* potongan melintang dan memanjang, telah dibahas dalam sub-bab 4.4.2.1 halaman 115. Tabel 4.25 menunjukkan kedalaman maksimum genangan (*flow depth*) potongan memanjang pada jarak 0 – 30 m adalah 0.17 meter. Jika ingin melihat lebih detail potongan memanjang hubungan *channel bed* dan *water surface*, buka aplikasi PROFILES

PROFILES sebagai post-processor program

Klik *view profiles*, pilih *Maximum Water Surface* seperti yang telah dibahas dalam sub-bab 4.4.2.1, klik OK, untuk *plotting* elevasi *channel bed* dan elevasi *maximum water surface* (gambar 4.101). Kemudian, akan muncul grafik hubungan jarak/*distance* (untuk sumbu x) dan elevasi dalam meter (untuk sumbu y).



Gambar 4.101 Grafik *Channel Bed* dan *Maximum Water Surface Elevation* Pemodelan 3

Penjelasan mengenai grafik dasar saluran (gambar 4.101) dapat dilihat pada sub-bab 4.3.2 halaman 73. Klik *Save*, ikuti langkah yang telah dijelaskan dalam sub-bab 4.4.2.1. Buka *file* CHANSTAWS.OUT (tabel 4.26) dalam folder pemodelan 3 untuk melihat nilai dari koordinat x dan y pada grafik gambar 4.101.

Tabel 4.26 CHANSTAWS.OUT Pemodelan 3

CHANNEL	X-COORD	Y-COORD	DISTANCE FT OR M	DISTANCE MI OR KM	BED ELEVATION	MAX WATER SURFACE ELEVATION
3328	4418.96	1394.65	15.00	0.015	0.64	2.91
3269	4388.96	1394.65	45.00	0.045	0.63	2.91
3214	4358.96	1394.65	75.00	0.075	0.63	2.91
3160	4328.96	1394.65	108.10	0.108	0.62	2.90
3107	4298.96	1364.65	144.32	0.144	0.61	2.89
3056	4268.96	1364.65	177.42	0.177	0.61	2.89
3006	4238.96	1364.65	207.42	0.207	0.60	2.88
2955	4208.96	1364.65	237.42	0.237	0.60	2.87
2904	4178.96	1364.65	267.42	0.267	0.59	2.86
2853	4148.96	1364.65	297.42	0.297	0.58	2.86
2804	4118.96	1364.65	327.42	0.327	0.58	2.85
2757	4088.96	1364.65	357.42	0.357	0.57	2.85
2711	4058.96	1364.65	387.42	0.387	0.57	2.84
2665	4028.96	1364.65	417.42	0.417	0.56	2.84
2620	3998.96	1364.65	450.52	0.451	0.55	2.84
2576	3968.96	1394.65	486.73	0.487	0.55	2.82
2577	3968.96	1424.65	519.84	0.520	0.54	2.81
2578	3968.96	1454.65	549.84	0.550	0.54	2.80
2579	3968.96	1484.65	582.94	0.583	0.53	2.79
2625	3998.96	1514.65	619.15	0.619	0.52	2.79
2626	3998.96	1544.65	652.26	0.652	0.52	2.80
2627	3998.96	1574.65	682.26	0.682	0.51	2.80
2628	3998.96	1604.65	712.26	0.712	0.50	2.80
2629	3998.96	1634.65	745.36	0.745	0.50	2.81
2675	4028.96	1664.65	781.57	0.782	0.49	2.81
2676	4028.96	1694.65	814.68	0.815	0.48	2.82
2677	4028.96	1724.65	844.68	0.845	0.48	2.81
2678	4028.96	1754.65	877.78	0.878	0.47	2.80
2634	3998.96	1784.65	913.99	0.914	0.46	2.80
2635	3998.96	1814.65	947.10	0.947	0.46	2.80
2636	3998.96	1844.65	977.10	0.977	0.45	2.79
2637	3998.96	1874.65	1010.20	1.010	0.45	2.79
2593	3968.96	1904.65	1049.52	1.050	0.44	2.78
2550	3938.96	1934.65	1088.84	1.089	0.43	2.77
2551	3938.96	1964.65	1125.05	1.125	0.42	2.76
2508	3908.96	1994.65	1161.26	1.161	0.42	2.75
2509	3908.96	2024.65	1197.47	1.197	0.41	2.75
2465	3878.96	2054.65	1233.68	1.234	0.40	2.74
2419	3848.96	2084.65	1269.89	1.270	0.39	2.74
2375	3818.96	2094.65	1306.10	1.306	0.39	2.74
2331	3788.96	2084.65	1339.21	1.339	0.38	2.73
2287	3758.96	2084.65	1369.21	1.369	0.38	2.73
2245	3728.96	2084.65	1399.21	1.399	0.37	2.72
2203	3698.96	2084.65	1429.21	1.429	0.36	2.72
2162	3668.96	2084.65	1462.31	1.462	0.36	2.73
2121	3638.96	2054.65	1501.63	1.502	0.35	2.73
2081	3608.96	2024.65	1544.06	1.544	0.34	2.73
2041	3578.96	1994.65	1586.49	1.586	0.33	2.74
2000	3548.96	1964.65	1628.92	1.629	0.32	2.75
1959	3518.96	1934.65	1671.35	1.671	0.32	2.75
1919	3488.96	1904.65	1713.78	1.714	0.31	2.75
1879	3458.96	1874.65	1756.21	1.756	0.30	2.75
1838	3428.96	1844.65	1795.53	1.796	0.29	2.75
1796	3398.96	1844.65	1831.74	1.832	0.28	2.75
1754	3368.96	1814.65	1867.95	1.868	0.28	2.75
1713	3338.96	1814.65	1904.16	1.904	0.27	2.73
1670	3308.96	1784.65	1940.37	1.940	0.26	2.75
1628	3278.96	1784.65	1973.48	1.973	0.26	2.75
1586	3248.96	1784.65	2003.48	2.003	0.25	2.75
1544	3218.96	1784.65	2036.58	2.037	0.24	2.75
1501	3188.96	1754.65	2072.79	2.073	0.24	2.76
1460	3158.96	1754.65	2105.90	2.106	0.23	2.76
1420	3128.96	1754.65	2135.90	2.136	0.23	2.77
1379	3098.96	1754.65	2165.90	2.166	0.22	2.78
1337	3068.96	1754.65	2195.90	2.196	0.21	2.79
1294	3038.96	1754.65	2225.90	2.226	0.21	2.79
1247	3008.96	1754.65	2255.90	2.256	0.20	2.79
1199	2978.96	1754.65	2285.90	2.286	0.20	2.80
1149	2948.96	1754.65	2315.90	2.316	0.19	2.81
1099	2918.96	1754.65	2345.90	2.346	0.18	2.81
1049	2888.96	1754.65	2379.00	2.379	0.18	2.80
1001	2858.96	1784.65	2415.21	2.415	0.17	2.78

Lanjutan Tabel 4.26 CHANSTAWS.OUT Permodelan 3

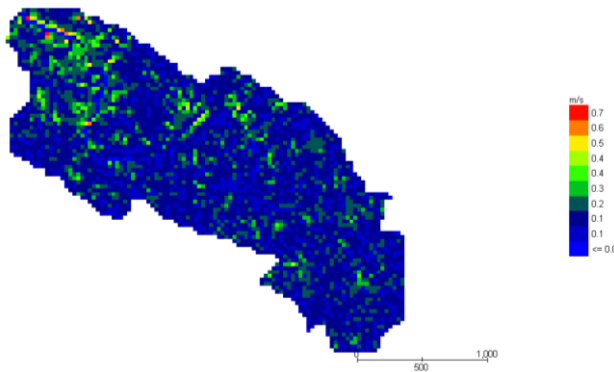
CHANNEL	X-COORD	Y-COORD	DISTANCE FT OR M	DISTANCE MI OR KM	BED ELEVATION	MAX WATER SURFACE ELEVATION
951	2828.96	1784.65	2451.42	2.451	0.16	2.79
901	2798.96	1814.65	2490.74	2.491	0.16	2.77
852	2768.96	1844.65	2533.17	2.533	0.15	2.79
804	2738.96	1874.65	2575.60	2.576	0.14	2.80
757	2708.96	1904.65	2614.92	2.615	0.13	2.80
758	2708.96	1934.65	2648.03	2.648	0.13	2.80
759	2708.96	1964.65	2678.03	2.678	0.12	2.81
760	2708.96	1994.65	2711.13	2.711	0.11	2.83
809	2738.96	2024.65	2750.45	2.750	0.11	2.83
859	2768.96	2054.65	2789.77	2.790	0.10	2.81
860	2768.96	2084.65	2825.98	2.826	0.09	2.81
911	2798.96	2114.65	2862.19	2.862	0.08	2.79
912	2798.96	2144.65	2895.30	2.895	0.08	2.81
913	2798.96	2174.65	2925.30	2.925	0.07	2.81
914	2798.96	2204.65	2958.40	2.958	0.06	2.80
966	2828.96	2234.65	2994.61	2.995	0.06	2.78
967	2828.96	2264.65	3027.72	3.028	0.05	2.79
968	2828.96	2294.65	3060.82	3.061	0.04	2.79
1019	2858.96	2324.65	3097.03	3.097	0.04	2.78
1020	2858.96	2354.65	3130.14	3.130	0.03	2.78
1021	2858.96	2384.65	3163.24	3.163	0.02	2.78
972	2828.96	2414.65	3199.45	3.199	0.02	2.78
973	2828.96	2444.65	3232.56	3.233	0.01	2.78
974	2828.96	2474.65	3265.66	3.266	0.00	2.77
924	2798.96	2504.65	3304.98	3.305	0.00	2.77
875	2768.96	2534.65	3347.41	3.347	-0.01	2.76
827	2738.96	2564.65	3389.84	3.390	-0.02	2.76
780	2708.96	2594.65	3432.27	3.432	-0.03	2.76
733	2678.96	2624.65	3474.70	3.475	-0.04	2.75
685	2648.96	2654.65	3517.13	3.517	-0.04	2.74
638	2618.96	2684.65	3556.45	3.556	-0.05	2.73
590	2588.96	2684.65	3589.56	3.590	-0.06	2.72
543	2558.96	2684.65	3622.66	3.623	-0.07	2.70
498	2528.96	2714.65	3658.87	3.659	-0.07	2.65
454	2498.96	2714.65	3695.08	3.695	-0.08	2.60
412	2468.96	2744.65	3731.29	3.731	-0.09	2.60
369	2438.96	2744.65	3764.40	3.764	-0.09	2.59
326	2408.96	2744.65	3797.50	3.798	-0.10	2.59
284	2378.96	2774.65	3833.71	3.834	-0.11	2.59
243	2348.96	2774.65	3869.92	3.870	-0.11	2.60
203	2318.96	2804.65	3906.13	3.906	-0.12	2.60
162	2288.96	2804.65	3939.24	3.939	-0.13	2.61
122	2258.96	2804.65	3972.34	3.972	-0.13	2.62
92	2228.96	2834.65	4005.45	4.005	-0.14	2.66

Tabel 4.26 menunjukkan nilai *maximum water surface elevation* dan *channel bed* pada tiap elemen *grid channel*. Untuk mendapatkan nilai kedalaman aliran (*surface elevation + flow depth*/genangan seperti gambar 4.100), kurangkan nilai pada kolom *max water surface elevation* dengan kolom *bed elevation*. Misalkan pada elemen *grid* hilir saluran nomor 92, kedalaman aliran *channel* = $2.66 - (-0.14) = 2.8$ meter. Dari hasil perhitungan kedalaman aliran *channel* dalam excel, didapatkan kedalaman aliran *channel* maksimum berada pada daerah hilir, yakni *channel* nomor 92 dengan nilai 2.8 meter. Berdasarkan bentuk grafik pada gambar 4.99 dan tabel 4.26, memungkinkan adanya *surging* karena pengaruh pasang surut Sungai Martapura terjadi disekitaran daerah hilir.

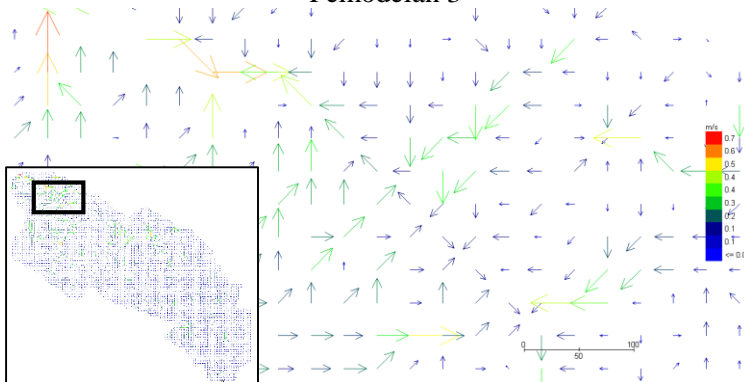
4.4.3.2 Plot Maximum Velocity

Hasil plot *maximum velocity* untuk *floodplain* dapat dilihat pada gambar 4.102. Sedangkan, arah aliran dapat dilihat pada gambar 4.103. Dilihat dari gambar 4.103, arah aliran hasil permodelan 3 sesuai dengan yang diinginkan, yakni mengarah menuju Sungai Guring dan bermuara menuju Sungai Martapura dengan kecepatan bagian hilir *channel* cukup tinggi (ditandai dengan panah merah pada gambar 4.103).

Grid Element Maximum Velocity

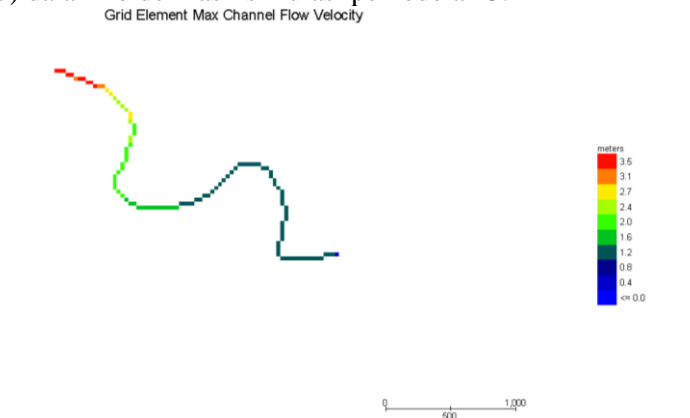


Gambar 4.102 *Grid Element Maximum Velocity Floodplain*
Pemodelan 3



Gambar 4.103 *Grid Element Maximum Velocity (Vector)*
Pemodelan 3

Hasil *plot maximum velocity* untuk *channel* dapat dilihat pada gambar 4.104. Nilai dari kecepatan maksimum tiap grid elemen *channel* dapat dilihat pada *file VELTIMEC.OUT* (tabel 4.27) dalam folder hasil simulasi pemodelan 3.



Gambar 4.104 *Grid Element Max Channel Flow Velocity*
Pemodelan 3

Tabel 4.27 VELTIMEC.OUT Pemodelan 3

MAXIMUM CHANNEL VELOCITY LIST IN DESCENDING ORDER			MAXIMUM CHANNEL VELOCITY LIST IN DESCENDING ORDER		
NODE	MAXIMUM VELOCITY (FPS OR MPS)	TIME OF OCCURRENCE (HRS)	NODE	MAXIMUM VELOCITY (FPS OR MPS)	TIME OF OCCURRENCE (HRS)
454	3.53	0.04	760	1.69	0.19
369	3.48	0.03	758	1.68	0.20
162	3.46	0.01	913	1.64	0.15
203	3.40	0.02	914	1.64	0.14
498	3.33	0.04	911	1.61	0.16
243	3.32	0.02	860	1.59	0.17
284	3.19	0.02	859	1.58	0.18
122	3.15	0.01	1001	1.51	0.25
412	3.15	0.03	951	1.51	0.24
543	3.14	0.04	1099	1.49	0.26
326	2.96	0.03	1049	1.47	0.26
590	2.86	0.05	901	1.45	0.24
638	2.75	0.05	1294	1.41	0.29
973	2.58	0.10	1379	1.38	0.31
685	2.50	0.06	1337	1.37	0.30
974	2.47	0.09	1199	1.36	0.28
733	2.38	0.06	1460	1.36	0.37
972	2.28	0.10	1420	1.35	0.32
780	2.26	0.07	1247	1.31	0.29
827	2.21	0.08	1149	1.29	0.27
875	2.17	0.08	1501	1.22	0.33
967	2.12	0.13	2331	1.17	0.57
968	2.02	0.13	2287	1.09	0.56
924	1.99	0.09	2508	1.09	0.63
966	1.90	0.14	2551	1.09	0.64
1020	1.88	0.11	2375	1.08	0.58
804	1.85	0.22	1838	1.06	0.43
1021	1.79	0.11	2550	1.06	0.65
759	1.74	0.20	2509	1.05	0.61
1019	1.73	0.12	2041	1.05	0.49
809	1.72	0.19	2465	1.03	0.60
852	1.72	0.23	2593	1.03	0.67
912	1.70	0.16	1628	1.03	0.37
757	1.69	0.21	2636	1.02	0.69

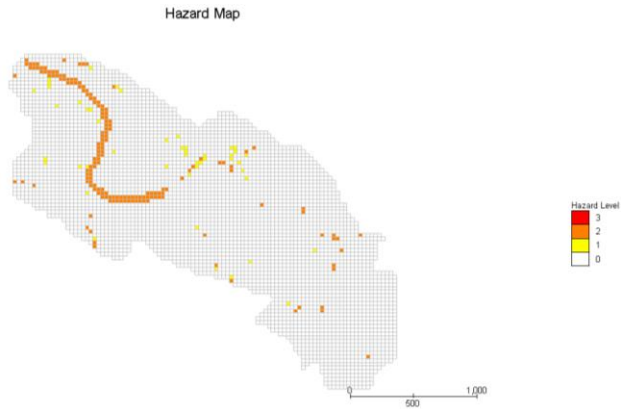
Lanjutan Tabel 4.27 VELTIMEC.OUT Permodelan 3

MAXIMUM CHANNEL VELOCITY LIST IN DESCENDING ORDER			MAXIMUM CHANNEL VELOCITY LIST IN DESCENDING ORDER		
NODE	MAXIMUM VELOCITY (FPS OR MPS)	TIME OF OCCURENCE (HRS)	NODE	MAXIMUM VELOCITY (FPS OR MPS)	TIME OF OCCURENCE (HRS)
2081	1.02	0.51	3214	0.95	1.01
2637	1.02	0.68	1919	0.95	0.46
1754	1.02	0.40	3107	0.95	0.99
2626	1.01	0.81	3006	0.94	0.96
2665	1.01	0.89	2678	0.94	0.73
1586	1.01	0.35	2121	0.94	0.52
2000	1.01	0.45	1959	0.94	0.47
1796	1.01	0.41	2620	0.94	0.88
2419	1.00	0.59	2203	0.93	0.54
2676	1.00	0.75	3160	0.93	1.00
1544	1.00	0.35	3269	0.93	1.02
2711	0.99	0.90	2245	0.90	0.55
1879	0.99	0.44	3328	0.07	1.04
2578	0.98	0.84	92	0.00	0.00
2577	0.98	0.85			
1670	0.98	0.38			
2635	0.98	0.70			
2625	0.98	0.82			
2757	0.98	0.91			
2675	0.97	0.76			
2628	0.97	0.78			
2804	0.97	0.92			
2853	0.97	0.93			
2634	0.97	0.71			
2576	0.96	0.87			
2579	0.96	0.83			
2162	0.96	0.53			
3056	0.96	0.97			
2677	0.96	0.74			
2629	0.96	0.77			
1713	0.96	0.39			
2627	0.96	0.80			
2955	0.96	0.95			
2904	0.95	0.94			

Tabel 4.27 menunjukkan bahwa kecepatan maksimum *channel* adalah 3.53 m/s pada elemen *grid* nomor 454 dan kecepatan minimum *channel* adalah 0 pada elemen *grid* hilir nomor 92.

4.4.3.3 Hazard Map

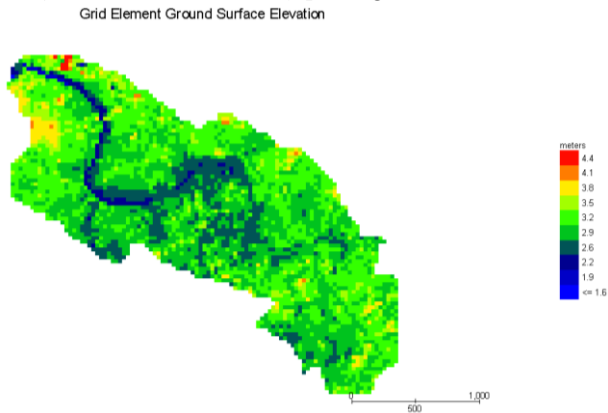
Untuk menampilkan *Hazard Map*, ikuti cara yang telah dibahas dalam sub-bab 4.4.1.3. Adapun *Hazard Map* yang dihasilkan dari pemodelan 3 disajikan dalam gambar 4.105



Gambar 4.105 *Hazard Map* Permodelan 3

4.4.4 Pemodelan 4: menggunakan hidrograf *inflow*, penampang saluran, dan tanpa data pasang surut

Dari hasil yang didapatkan dari running aplikasi GDS dalam bentuk FPLAIN.DAT (pastikan *file* .OUT berada dalam 1 folder dengan FPLAIN.DAT), buka aplikasi Flo-2D Mapper. Kemudian *loading data*, klik *file* FPLAIN.DAT dalam folder Permodelan 4, *read Flo-2D results*. Mapper akan menampilkan *ground surface elevation density plot* (gambar 4.106).

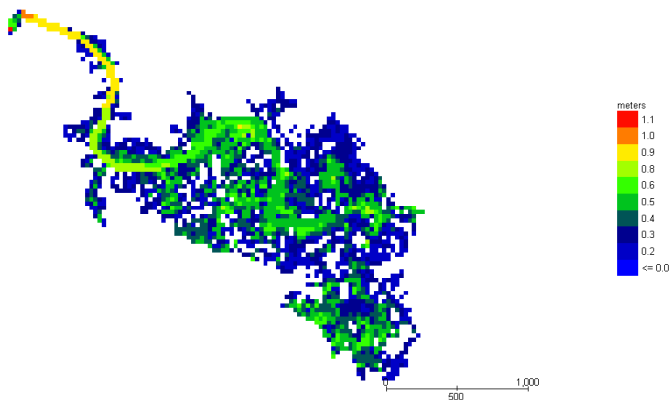


Gambar 4.106 *Plot Ground Surface Elevation* Pemodelan 4

4.4.4.1 Plot Maximum Flow Depth

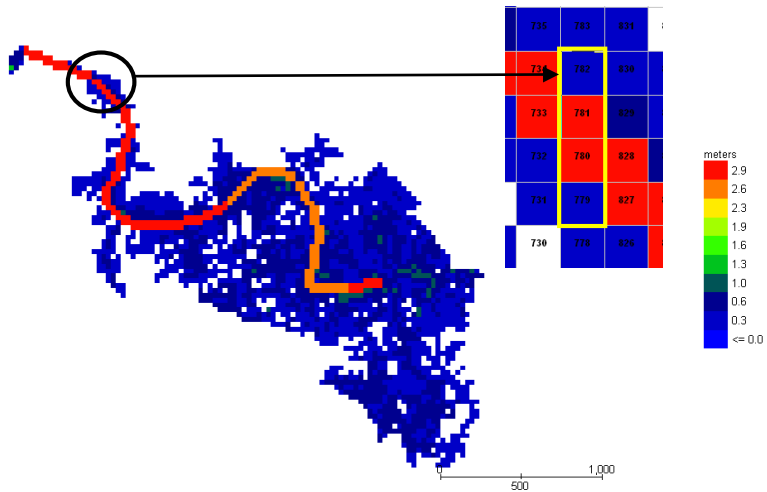
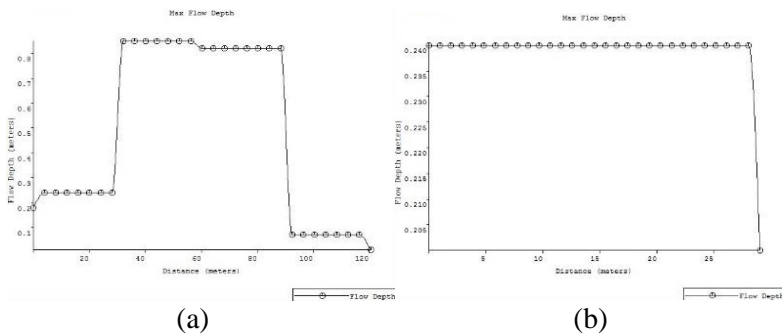
Peta genangan atau hasil *plot final floodplain flow depth* ditunjukkan pada gambar 4.107. untuk menampilkannya telah dibahas dalam sub-bab 4.4.2.1. Nilai yang ditampilkan pada tiap *grid* untuk hasil *plotting final floodplain flow depth* merupakan nilai *maximum water surface elevation – surface elevation*. Disisi lain, untuk melihat kedalaman aliran pada *floodplain* dan *channel*, hasil simulasi aliran permukaan bebas dan aliran saluran, pilih *max combined channel and floodplain flow depth*, yang hasilnya ditampilkan pada gambar 4.108. Nilai yang ditampilkan pada *element grid channel* merupakan nilai kedalaman aliran hasil pengurangan *maximum water surface elevation – elevasi dasar saluran*. Detail kedalaman aliran kombinasi *channel and floodplain* pada elemen *grid* nomer 779 – 782 (kotak kuning pada gambar 4.108) dapat dilihat melalui grafik hasil dari *Plot flow depth profile*. Untuk melakukan *Plotting flow depth profile*, caranya sama seperti pembahasan dalam sub-bab 4.4.1.1. *flow depth profile* akan menunjukkan potongan melintang dan memanjang pada titik tersebut, yang hasilnya dapat dilihat pada grafik (gambar 4.109 – 4.111). Penjelasan mengenai arti grafik (gambar 4.109 – 4.111) dapat dilihat pada sub-bab 4.4.1.1.

Grid Element Final Flow Depth



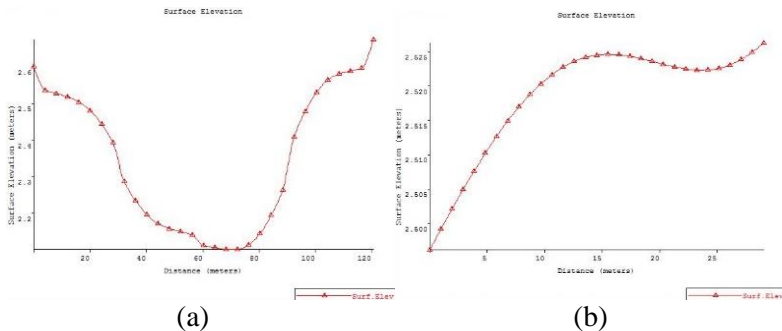
Gambar 4.107 *Plot Final Floodplain Flow Depth* Pemodelan 4

Grid Element Max Combined Channel and Floodplain Flow Depth

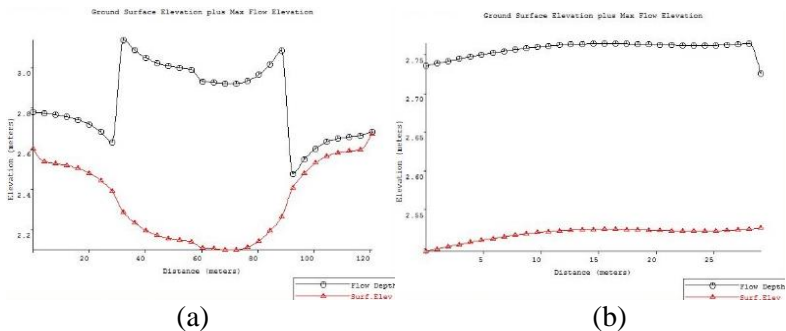
**Gambar 4.108** *Plot Maximum Flow Depth Pemodelan 4*

(a) (b)

Gambar 4.109 *Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation Pemodelan 4. (a) Max Flow Depth Potongan Melintang Poligon. (b) Max Flow Depth Potongan Memanjang Poligon*



Gambar 4.110 Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation Pemodelan 4. (a) Surface Elevation Potongan Melintang Poligon. (b) Surface Elevation Potongan Memanjang Poligon



Gambar 4.111 Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation Pemodelan 4. (a) Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation Potongan Melintang Poligon. (b) Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation Potongan Memanjang Poligon

Penjelasan mengenai gambar 4.111a, sama seperti penjelasan gambar 4.100a, yang dapat dilihat pada sub-bab 4.4.3.1 halaman 126. Untuk membaca hasil grafik *ground surface elevation plus max flow elevation* pada gambar 4.111, lihat tabel 4.28, potongan melintang, dan tabel 4.29, potongan memanjang.

Tabel 4.28 Potongan Melintang Pemodelan 4

Distance	X	Y	Flow Depth	Surface Elevation
0	2694.594	2669.667	0.18	2.601
4.016915	2694.574	2665.65	0.24	2.536
8.03383	2694.553	2661.633	0.24	2.527
12.05075	2694.533	2657.616	0.24	2.518
16.06766	2694.512	2653.599	0.24	2.504
20.08457	2694.491	2649.582	0.24	2.48
24.10149	2694.471	2645.565	0.24	2.443
28.1184	2694.45	2641.548	0.24	2.393
32.13532	2694.43	2637.531	0.85	2.286
36.15223	2694.409	2633.514	0.85	2.236
40.16915	2694.388	2629.498	0.85	2.197
44.18606	2694.368	2625.481	0.85	2.172
48.20298	2694.347	2621.464	0.85	2.158
52.21989	2694.327	2617.447	0.85	2.15
56.2368	2694.306	2613.43	0.85	2.141
60.25372	2694.285	2609.413	0.82	2.112
64.27064	2694.265	2605.396	0.82	2.107
68.28755	2694.244	2601.379	0.82	2.102
72.30447	2694.224	2597.362	0.82	2.102
76.32138	2694.203	2593.345	0.82	2.115
80.33829	2694.183	2589.329	0.82	2.146
84.35521	2694.162	2585.312	0.82	2.156
88.37212	2694.141	2581.295	0.82	2.263
92.38904	2694.121	2577.278	0.07	2.407
96.40595	2694.1	2573.261	0.07	2.478
100.4229	2694.08	2569.244	0.07	2.531
104.4398	2694.059	2565.227	0.07	2.564
108.4567	2694.038	2561.21	0.07	2.58
112.4736	2694.018	2557.193	0.07	2.588
116.4905	2693.997	2553.177	0.07	2.596
120.5074	2693.977	2549.161	0.01	2.674

Tabel 4.29 Potongan Memanjang Pemodelan 4

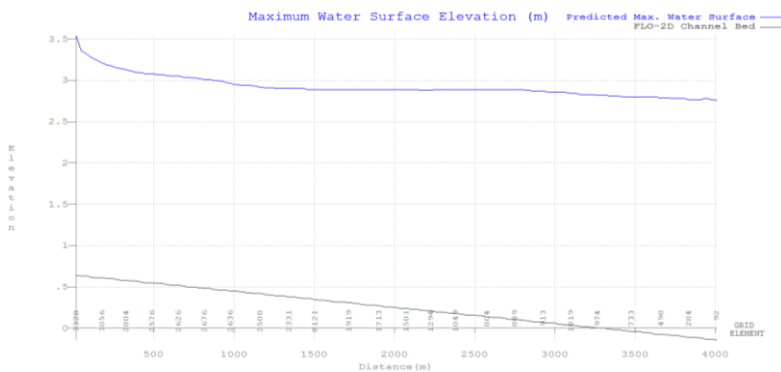
Distance	X	Y	Flow Depth	Surface Elevation
0	2694.065	2669.383	0.24	2.492
0.9993978	2695.065	2669.383	0.24	2.495
1.998796	2696.064	2669.383	0.24	2.498
2.998194	2697.063	2669.383	0.24	2.501
3.997591	2698.063	2669.383	0.24	2.504
4.996989	2699.062	2669.383	0.24	2.507
5.996387	2700.062	2669.383	0.24	2.509
6.995785	2701.061	2669.383	0.24	2.512
7.995183	2702.06	2669.383	0.24	2.514
8.99458	2703.06	2669.383	0.24	2.516
9.993979	2704.059	2669.383	0.24	2.518
10.99338	2705.059	2669.383	0.24	2.52
11.99277	2706.058	2669.383	0.24	2.521
12.99217	2707.057	2669.383	0.24	2.522
13.99157	2708.057	2669.383	0.24	2.523
14.99097	2709.056	2669.383	0.24	2.523
15.99037	2710.056	2669.383	0.24	2.524
16.98977	2711.055	2669.383	0.24	2.524
17.98916	2712.054	2669.383	0.24	2.524
18.98856	2713.054	2669.383	0.24	2.523
19.98796	2714.053	2669.383	0.24	2.523
20.98735	2715.052	2669.383	0.24	2.523
21.98675	2716.052	2669.383	0.24	2.522
22.98615	2717.051	2669.383	0.24	2.522
23.98555	2718.051	2669.383	0.24	2.522
24.98494	2719.05	2669.383	0.24	2.522
25.98434	2720.05	2669.383	0.24	2.522
26.98374	2721.049	2669.383	0.24	2.522
27.98314	2722.048	2669.383	0.24	2.523
28.98253	2723.048	2669.383	0.24	2.524
29.98193	2724.047	2669.383	0.2	2.526

Tabel 4.28 menunjukkan kedalaman maksimum genangan (*flow depth*) potongan melintang pada jarak 32 – 88 m adalah 0.85 m dan 0.82 m. Penjelasan mengenai nilai *surface elevation* potongan melintang dan memanjang, telah dibahas dalam sub-bab 4.4.2.1 halaman 115. Tabel 4.29 menunjukkan kedalaman maksimum genangan (*flow depth*) potongan memanjang pada jarak 0 – 29 m adalah 0.24 meter. Jika ingin melihat lebih detail potongan memanjang hubungan *channel bed* dan *water surface*, buka aplikasi PROFILES.

PROFILES sebagai post-processor program

Klik *view profiles*, pilih *Maximum Water Surface* seperti yang telah dibahas dalam sub-bab 4.4.2.1, klik OK, untuk *plotting* elevasi *channel bed* dan elevasi *maximum water surface* (gambar 4.112). Kemudian, akan muncul grafik hubungan jarak/*distance* (untuk sumbu x) dan elevasi dalam meter (untuk sumbu y).

Penjelasan mengenai grafik dasar saluran (gambar 4.99) dapat dilihat pada sub-bab 4.3.2 halaman 73. Klik *Save*, ikuti langkah yang telah dijelaskan dalam sub-bab 4.4.2.1. Buka *file* CHANSTAWS.OUT (tabel 4.30) dalam folder pemodelan 4 untuk melihat nilai dari koordinat x dan y pada grafik gambar 4.112.



Gambar 4.112 Grafik *Channel Bed* dan *Maximum Water Surface Elevation* Pemodelan 4

Tabel 4.30 CHANSTAWS.OUT Pemodelan 4

CHANNEL	X-COORD	Y-COORD	DISTANCE FT OR M	DISTANCE MI OR KM	BED ELEVATION	MAX WATER SURFACE ELEVATION
3328	4418.96	1394.65	15.00	0.015	0.64	3.54
3269	4388.96	1394.65	45.00	0.045	0.63	3.36
3214	4358.96	1394.65	75.00	0.075	0.63	3.32
3160	4328.96	1394.65	108.10	0.108	0.62	3.28
3107	4298.96	1364.65	144.32	0.144	0.61	3.24
3056	4268.96	1364.65	177.42	0.177	0.61	3.21
3006	4238.96	1364.65	207.42	0.207	0.60	3.19
2955	4208.96	1364.65	237.42	0.237	0.60	3.17
2904	4178.96	1364.65	267.42	0.267	0.59	3.15
2853	4148.96	1364.65	297.42	0.297	0.58	3.14
2804	4118.96	1364.65	327.42	0.327	0.58	3.13
2757	4088.96	1364.65	357.42	0.357	0.57	3.11
2711	4058.96	1364.65	387.42	0.387	0.57	3.10
2665	4028.96	1364.65	417.42	0.417	0.56	3.09
2620	3998.96	1364.65	450.52	0.451	0.55	3.08
2576	3968.96	1394.65	486.73	0.487	0.55	3.08
2577	3968.96	1424.65	519.84	0.520	0.54	3.07
2578	3968.96	1454.65	549.84	0.550	0.54	3.07
2579	3968.96	1484.65	582.94	0.583	0.53	3.06
2625	3998.96	1514.65	619.15	0.619	0.52	3.05
2626	3998.96	1544.65	652.26	0.652	0.52	3.05
2627	3998.96	1574.65	682.26	0.682	0.51	3.04
2628	3998.96	1604.65	712.26	0.712	0.50	3.04
2629	3998.96	1634.65	745.36	0.745	0.50	3.03
2675	4028.96	1664.65	781.57	0.782	0.49	3.02
2676	4028.96	1694.65	814.68	0.815	0.48	3.01
2677	4028.96	1724.65	844.68	0.845	0.48	3.01
2678	4028.96	1754.65	877.78	0.878	0.47	3.00
2634	3998.96	1784.65	913.99	0.914	0.46	2.99
2635	3998.96	1814.65	947.10	0.947	0.46	2.98
2636	3998.96	1844.65	977.10	0.977	0.45	2.96
2637	3998.96	1874.65	1010.20	1.010	0.45	2.95
2593	3968.96	1904.65	1049.52	1.050	0.44	2.94
2550	3938.96	1934.65	1088.84	1.089	0.43	2.94
2551	3938.96	1964.65	1125.05	1.125	0.42	2.93
2508	3908.96	1994.65	1161.26	1.161	0.42	2.92
2509	3908.96	2024.65	1197.47	1.197	0.41	2.91
2465	3878.96	2054.65	1233.68	1.234	0.40	2.91
2419	3848.96	2054.65	1269.89	1.270	0.39	2.90
2375	3818.96	2084.65	1306.10	1.306	0.39	2.90
2331	3788.96	2084.65	1339.21	1.339	0.38	2.90
2287	3758.96	2084.65	1369.21	1.369	0.38	2.90
2245	3728.96	2084.65	1399.21	1.399	0.37	2.90
2203	3698.96	2084.65	1429.21	1.429	0.36	2.90
2162	3668.96	2084.65	1462.31	1.462	0.36	2.89
2121	3638.96	2054.65	1501.63	1.502	0.35	2.89
2081	3608.96	2024.65	1544.06	1.544	0.34	2.89
2041	3578.96	1994.65	1586.49	1.586	0.33	2.89
2000	3548.96	1964.65	1628.92	1.629	0.32	2.89
1959	3518.96	1934.65	1671.35	1.671	0.31	2.89
1919	3488.96	1904.65	1713.78	1.714	0.31	2.89
1879	3458.96	1874.65	1756.21	1.756	0.30	2.89
1838	3428.96	1844.65	1795.53	1.796	0.29	2.89
1796	3398.96	1844.65	1831.74	1.832	0.28	2.89
1754	3368.96	1814.65	1867.95	1.868	0.28	2.89
1713	3338.96	1814.65	1904.16	1.904	0.27	2.89
1670	3308.96	1784.65	1940.37	1.940	0.26	2.89
1628	3278.96	1784.65	1973.48	1.973	0.26	2.89
1586	3248.96	1784.65	2003.48	2.003	0.25	2.89
1544	3218.96	1784.65	2036.58	2.037	0.24	2.89
1501	3188.96	1754.65	2072.79	2.073	0.24	2.89
1460	3158.96	1754.65	2105.90	2.106	0.23	2.89
1420	3128.96	1754.65	2135.90	2.136	0.23	2.89
1379	3098.96	1754.65	2165.90	2.166	0.22	2.88
1337	3068.96	1754.65	2195.90	2.196	0.21	2.88
1294	3038.96	1754.65	2225.90	2.226	0.21	2.88
1247	3008.96	1754.65	2255.90	2.256	0.20	2.89
1199	2978.96	1754.65	2285.90	2.286	0.20	2.89
1149	2948.96	1754.65	2315.90	2.316	0.19	2.89
1099	2918.96	1754.65	2345.90	2.346	0.18	2.89
1049	2888.96	1754.65	2379.00	2.379	0.18	2.89
1001	2858.96	1784.65	2415.21	2.415	0.17	2.89

Lanjutan tabel 4.30 CHANSTAWS.OUT Permodelan 4

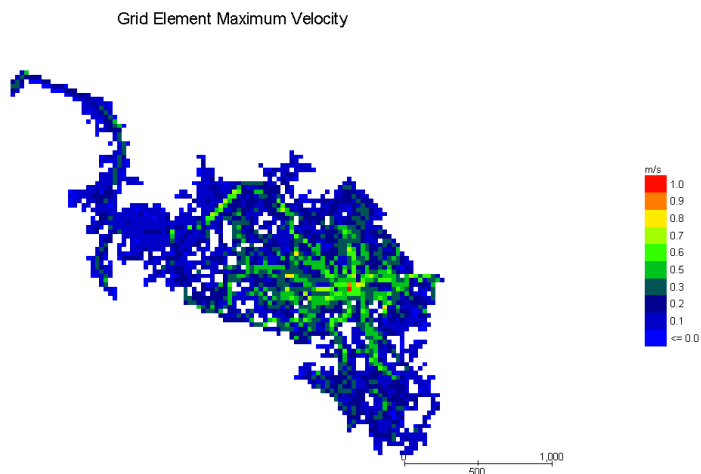
CHANNEL	X-COORD	Y-COORD	DISTANCE FT OR M	DISTANCE MI OR KM	BED ELEVATION	MAX WATER SURFACE ELEVATION
951	2828.96	1784.65	2451.42	2.451	0.16	2.89
901	2798.96	1814.65	2490.74	2.491	0.16	2.89
852	2768.96	1844.65	2533.17	2.533	0.15	2.89
804	2738.96	1874.65	2575.60	2.576	0.14	2.89
757	2708.96	1904.65	2614.92	2.615	0.13	2.89
758	2708.96	1934.65	2648.03	2.648	0.13	2.89
759	2708.96	1964.65	2678.03	2.678	0.12	2.89
760	2708.96	1994.65	2711.13	2.711	0.11	2.89
809	2738.96	2024.65	2750.45	2.750	0.11	2.89
859	2768.96	2054.65	2789.77	2.790	0.10	2.89
860	2768.96	2084.65	2825.98	2.826	0.09	2.88
911	2798.96	2114.65	2862.19	2.862	0.08	2.87
912	2798.96	2144.65	2895.30	2.895	0.08	2.87
913	2798.96	2174.65	2925.30	2.925	0.07	2.87
914	2798.96	2204.65	2958.40	2.958	0.06	2.86
966	2828.96	2234.65	2994.61	2.995	0.06	2.86
967	2828.96	2264.65	3027.72	3.028	0.05	2.86
968	2828.96	2294.65	3060.82	3.061	0.04	2.86
1019	2858.96	2324.65	3097.03	3.097	0.04	2.84
1020	2858.96	2354.65	3130.14	3.130	0.03	2.84
1021	2858.96	2384.65	3163.24	3.163	0.02	2.83
972	2828.96	2414.65	3199.45	3.199	0.02	2.83
973	2828.96	2444.65	3232.56	3.233	0.01	2.83
974	2828.96	2474.65	3265.66	3.266	0.00	2.82
924	2798.96	2504.65	3304.98	3.305	0.00	2.82
875	2768.96	2534.65	3347.41	3.347	-0.01	2.81
827	2738.96	2564.65	3389.84	3.390	-0.02	2.81
780	2708.96	2594.65	3432.27	3.432	-0.03	2.80
733	2678.96	2624.65	3474.70	3.475	-0.04	2.80
685	2648.96	2654.65	3517.13	3.517	-0.04	2.80
638	2618.96	2684.65	3556.45	3.556	-0.05	2.80
590	2588.96	2684.65	3589.56	3.590	-0.06	2.80
543	2558.96	2694.65	3622.66	3.623	-0.07	2.80
498	2528.96	2714.65	3658.87	3.659	-0.07	2.79
454	2498.96	2714.65	3695.08	3.695	-0.08	2.79
412	2468.96	2744.65	3731.29	3.731	-0.09	2.78
369	2438.96	2744.65	3764.40	3.764	-0.09	2.78
326	2408.96	2744.65	3797.50	3.798	-0.10	2.78
284	2378.96	2774.65	3833.71	3.834	-0.11	2.77
243	2348.96	2774.65	3869.92	3.870	-0.11	2.77
203	2318.96	2804.65	3906.13	3.906	-0.12	2.77
162	2288.96	2804.65	3939.24	3.939	-0.13	2.78
122	2258.96	2804.65	3972.34	3.972	-0.13	2.77
92	2228.96	2834.65	4005.45	4.005	-0.14	2.76

Tabel 4.30 menunjukkan nilai *maximum water surface elevation* dan *channel bed* pada tiap elemen *grid channel*. Untuk mendapatkan nilai kedalaman aliran (*surface elevation* + *flow depth*/genangan seperti gambar 4.111), kurangkan nilai pada kolom *max water surface elevation* dengan kolom *bed elevation*. Misalkan pada elemen *grid* hilir saluran nomer 162, kedalaman aliran *channel* = $2.78 - (-0.13) = 2.91$ meter. Dari hasil perhitungan kedalaman aliran *channel* dalam excel, didapatkan kedalaman aliran *channel* maksimum berada pada *channel* hilir, yakni *channel* nomer 142 dengan nilai 2.91 meter. Berdasarkan bentuk grafik pada gambar 4.112 dan tabel 4.30, *channel* hilir (*grid* nomer 92) dan *channel* hulu (*grid* nomer 3328) memiliki kedalaman aliran yang sama yakni 2.9 meter, mengakibatkan *floodplain* daerah hulu

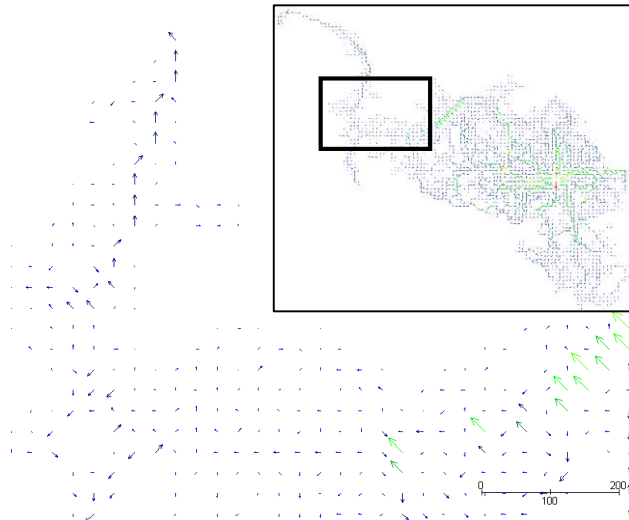
banyak terjadi genangan (lihat gambar 4.108), tidak merata seperti halnya simulasi 2 dan 3 (lihat gambar 4.83 dan 4.97). Hal tersebut dikarenakan adanya *boundary* elevasi hulu dan hilir, dengan debit yang tinggi pada daerah hulu.

4.4.4.2 Plot *Maximum Velocity*

Hasil plot *maximum velocity* untuk *floodplain* dapat dilihat pada gambar 4.113. Sedangkan, arah aliran dapat dilihat pada gambar 4.114. Dilihat dari gambar 4.114, arah aliran hasil permodelan 4 sesuai dengan yang diinginkan, yakni mengarah menuju Sungai Guring dan bermuara menuju elemen *outflow* yakni, Sungai Martapura. Dapat dilihat pada gambar 4.113, 4.114 dan 4.115, kecepatan pada hulu sungai sangat tinggi, tidak hanya bagian *channel*, namun juga, bagian *floodplain*. Hal tersebut dikarenakan, adanya *boundary* elevasi hulu dan hilir, dengan debit yang tinggi pada daerah hulu.

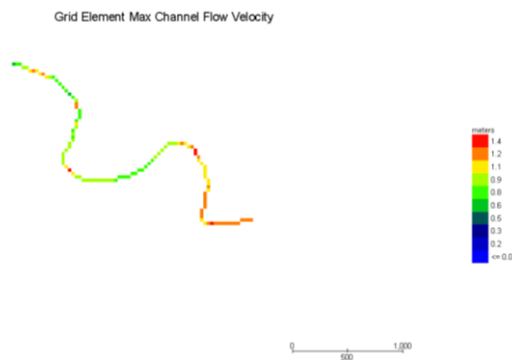


Gambar 4.113 *Grid Element Maximum Velocity Floodplain*
Pemodelan 4



Gambar 4.114 *Grid Element Maximum Velocity Floodplain*
Pemodelan 4

Hasil *plot maximum velocity* untuk *channel* dapat dilihat pada gambar 4.115. Nilai dari kecepatan maksimum tiap grid elemen *channel* dapat dilihat pada *file VELTIMEC.OUT* (tabel 4.31) dalam folder hasil simulasi pemodelan 4.



Gambar 4.115 *Grid Element Max Channel Flow Velocity*
Pemodelan 4

Tabel 4.31 VELTIMEC.OUT Pemodelan 4

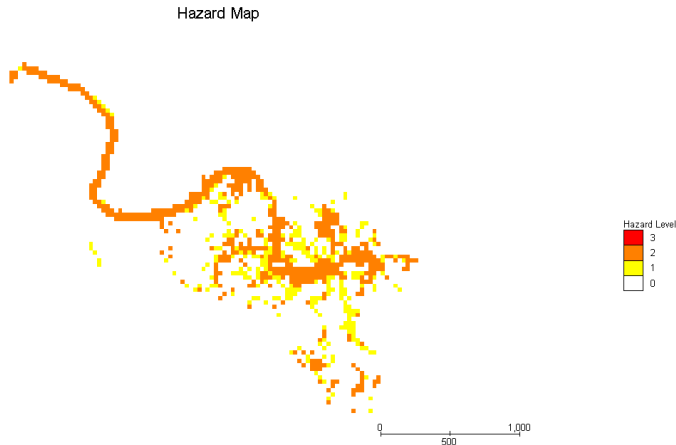
MAXIMUM CHANNEL VELOCITY LIST IN DESCENDING ORDER

NODE	MAXIMUM VELOCITY (FPS OR MPS)	TIME OF OCCURRENCE (HRS)	NODE	MAXIMUM VELOCITY (FPS OR MPS)	TIME OF OCCURRENCE (HRS)
852	1.36	1.98	2576	1.05	0.19
2509	1.27	1.20	543	1.05	2.02
2711	1.22	0.21	2675	1.04	0.27
2508	1.22	1.38	2637	1.04	0.35
2757	1.18	0.82	2550	1.04	1.61
2804	1.18	0.82	2375	1.04	1.16
2551	1.17	1.60	2620	1.04	0.18
973	1.15	2.07	2677	1.03	0.29
2665	1.15	0.16	412	1.02	1.60
2626	1.14	0.23	2419	1.01	1.15
2579	1.14	0.22	901	1.01	1.92
2578	1.14	0.21	2678	1.00	0.31
2465	1.13	1.15	804	1.00	1.88
3160	1.13	0.19	2593	0.99	0.36
2853	1.12	0.80	2635	0.99	0.33
3214	1.12	0.19	454	0.98	1.56
2627	1.11	0.24	326	0.98	1.62
2577	1.11	0.20	2634	0.97	0.32
3269	1.11	0.19	2287	0.91	0.46
1498	1.10	2.02	967	0.91	2.09
2628	1.10	0.25	966	0.88	2.09
3107	1.10	0.20	1337	0.86	0.82
2625	1.10	0.23	590	0.85	1.98
2904	1.09	0.73	1294	0.85	0.84
2629	1.09	0.26	809	0.85	1.08
972	1.08	2.07	1379	0.85	0.81
2955	1.08	0.69	951	0.85	0.94
2331	1.07	1.16	760	0.85	1.06
1369	1.07	1.61	1420	0.84	0.80
3328	1.07	0.19	1460	0.84	0.79
2676	1.07	0.28	859	0.83	1.10
3006	1.06	0.20	2041	0.83	0.84
3056	1.06	0.20	759	0.82	1.04
2636	1.05	0.34	974	0.82	2.06
911	0.82	1.14	914	0.66	1.18
860	0.81	1.12	162	0.65	2.01
758	0.81	1.02	1670	0.65	0.72
1001	0.81	1.93	733	0.64	1.99
757	0.80	1.01	1019	0.63	1.25
1149	0.80	0.88	780	0.63	1.99
2121	0.80	0.52	1020	0.63	1.27
1099	0.80	0.89	1544	0.62	0.76
2081	0.80	0.54	638	0.62	1.99
1049	0.80	1.93	685	0.62	1.98
2245	0.80	0.47	827	0.61	2.00
2203	0.79	0.49	875	0.60	2.05
2000	0.78	0.58	122	0.49	2.02
2162	0.78	0.51	92	0.00	0.00
1199	0.78	0.87			
1247	0.78	0.85			
243	0.77	2.01			
284	0.77	1.65			
913	0.77	1.17			
1501	0.75	0.77			
1021	0.75	2.07			
203	0.73	2.01			
912	0.72	1.15			
1838	0.71	0.65			
1959	0.71	0.60			
1919	0.71	0.61			
1796	0.70	0.67			
968	0.70	1.23			
1879	0.69	0.63			
1586	0.68	0.75			
1754	0.67	0.68			
1713	0.67	0.70			
1628	0.67	0.73			
924	0.67	2.03			

Tabel 4.31 menunjukkan bahwa kecepatan maksimum *channel* adalah 1.36 m/s pada elemen *grid* nomer 852 dan kecepatan minimum *channel* adalah 0 pada elemen *grid* hilir nomer 92.

4.4.4.3 Hazard Map

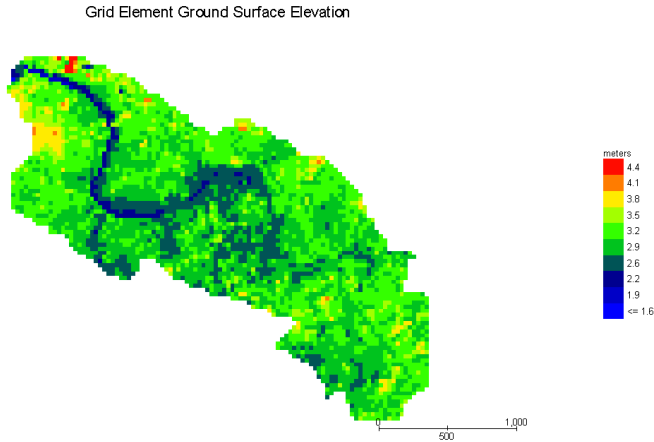
Untuk menampilkan *Hazard Map*, ikuti cara yang telah dibahas dalam sub-bab 4.4.1.3, beserta penjelesannya. Adapun *Hazard Map* yang dihasilkan dari pemodelan 4 disajikan dalam gambar 4.116.



Gambar 4.116 *Hazard Map* Pemodelan 4

4.4.5 Pemodelan 5: menggunakan hidrograf *inflow*, penampang saluran, dan dengan data pasang surut

Dari hasil yang didapatkan dari running aplikasi GDS dalam bentuk FPLAIN.DAT (pastikan *file* .OUT berada dalam 1 folder dengan FPLAIN.DAT), buka aplikasi Flo-2D Mapper. Kemudian *loading data*, klik *file* FPLAIN.DAT dalam folder Pemodelan 5, *read Flo-2D results*. Mapper akan menampilkan *ground surface elevation density plot* (gambar 4.117).



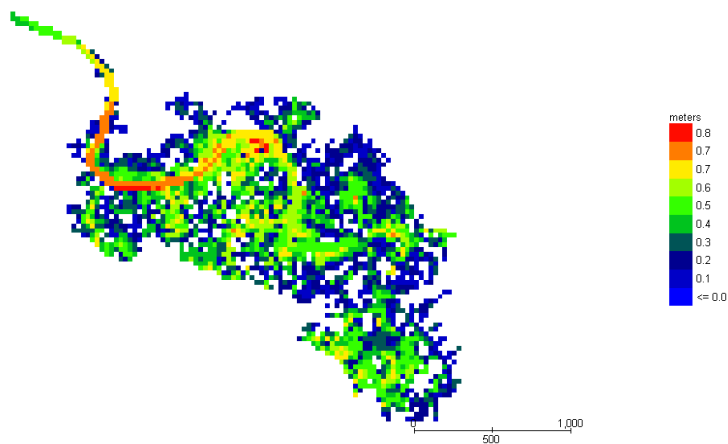
Gambar 4.117 *Plot Ground Surface Elevation* Pemodelan 5

4.4.5.1 *Plot Maximum Flow Depth*

Peta genangan atau hasil *plot final floodplain flow depth* ditunjukkan pada gambar 4.118. untuk menampilkannya telah dibahas dalam sub-bab 4.4.2.1. Nilai yang ditampilkan pada tiap *grid* untuk hasil *plotting final floodplain flow depth* merupakan nilai *maximum water surface elevation – surface elevation*. Disisi lain, untuk melihat kedalaman aliran pada *floodplain* dan *channel*, hasil simulasi aliran permukaan bebas dan aliran saluran, pilih *max combined channel and floodplain flow depth*, yang hasilnya ditampilkan pada gambar 4.119. Nilai yang ditampilkan pada *element grid channel* merupakan nilai kedalaman aliran hasil pengurangan *maximum water surface elevation – elevasi dasar saluran*. Detail kedalaman aliran kombinasi *channel and floodplain* pada elemen *grid* nomer 779 – 782 (kotak kuning pada gambar 4.119) dapat dilihat melalui grafik hasil dari *Plot flow depth profile*. Untuk melakukan *Plotting flow depth profile*, caranya sama seperti pembahasan dalam sub-bab 4.4.1.1. *flow depth profile* akan menunjukkan potongan melintang dan memanjang pada titik tersebut, yang hasilnya dapat dilihat pada grafik (gambar 4.120 –

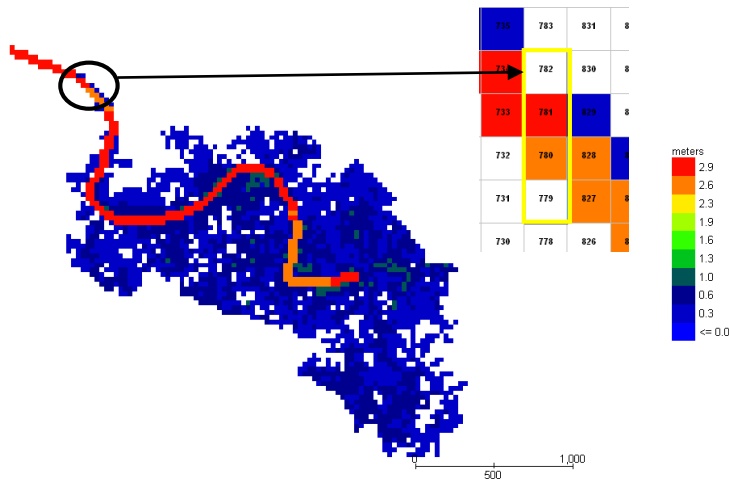
4.122). Penjelasan mengenai arti grafik (gambar 4.120 – 4.122) dapat dilihat pada sub-bab 4.4.1.1.

Grid Element Final Flow Depth

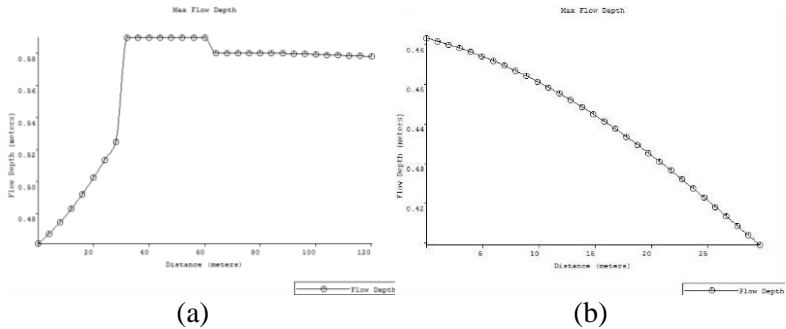


Gambar 4.118 *Plot Final Floodplain Flow Depth* Pemodelan 5

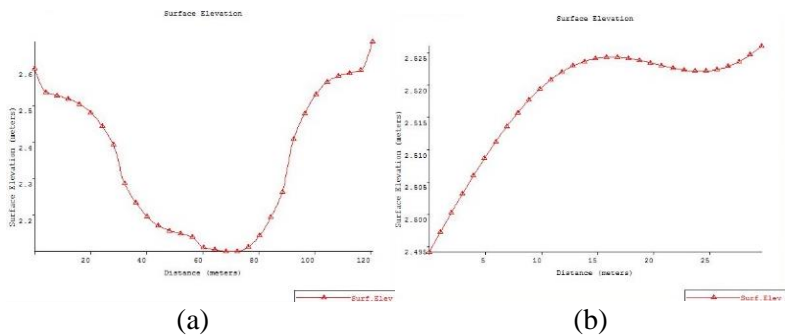
Grid Element Max Combined Channel and Floodplain Flow Depth



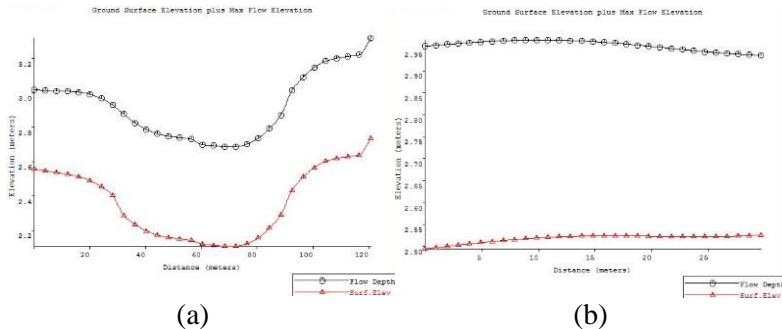
Gambar 4.119 *Plot Maximum Flow Depth* Pemodelan 5



Gambar 4.120 Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation Pemodelan 5. (a) Max Flow Depth Potongan Melintang Poligon. (b) Max Flow Depth Potongan Memanjang Poligon



Gambar 4.121 Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation Pemodelan 4. (a) Surface Elevation Potongan Melintang Poligon. (b) Surface Elevation Potongan Memanjang Poligon



Gambar 4.122 Dialog Box Plot Flow Depth and Surface Elevation Pemodelan 5. (a) Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation Potongan Melintang Poligon. (b) Ground Surface Elevation Plus Max Flow Elevation Potongan Memanjang Poligon

Lain halnya gambar 4.100a dan 4.111a, gambar 4.122a memiliki bentuk grafik kedalaman genangan yang sama dengan 4.86a. Hal ini dikarenakan nilai kedalaman genangan pada *grid* 779-782 pada potongan melintang, tidak jauh berbeda (lihat tabel 4.32) sehingga bentuk grafik elevasi kedalaman genangan maksimum mengikuti bentuk grafik elevasi permukaan aliran (*surface elevation*). Penjelasan mengenai grafik kedalaman genangan dan *surface elevation* dapat dibaca pada sub-bab 4.4.2.1 halaman 115. Untuk membaca hasil grafik *ground surface elevation plus max flow elevation* pada gambar 4.122, lihat tabel 4.32, potongan melintang, dan tabel 4.33, potongan memanjang.

Tabel 4.32 Potongan Melintang Pemodelan 5

Distance	X	Y	Flow Depth	Surface Elevation
0	2694.105	2669.758	0.461	2.6
4.009944	2694.105	2665.748	0.467	2.529
8.019889	2694.105	2661.738	0.475	2.519
12.02983	2694.105	2657.728	0.483	2.509
16.03978	2694.105	2653.718	0.492	2.494
20.04972	2694.105	2649.708	0.502	2.469
24.05967	2694.105	2645.698	0.513	2.43
28.06961	2694.105	2641.688	0.525	2.377
32.07956	2694.105	2637.678	0.59	2.264
36.0895	2694.105	2633.668	0.59	2.214
40.09945	2694.105	2629.658	0.59	2.177
44.10939	2694.105	2625.648	0.59	2.153
48.11934	2694.105	2621.638	0.59	2.14
52.12928	2694.105	2617.628	0.59	2.131
56.13923	2694.105	2613.618	0.59	2.121
60.14917	2694.105	2609.608	0.58	2.113
64.15911	2694.105	2605.598	0.58	2.108
68.16905	2694.105	2601.589	0.58	2.103
72.17899	2694.105	2597.579	0.58	2.103
76.18893	2694.105	2593.569	0.58	2.115
80.19888	2694.105	2589.559	0.58	2.144
84.20882	2694.105	2585.549	0.58	2.193
88.21876	2694.105	2581.539	0.58	2.259
92.2287	2694.105	2577.529	0.58	2.403
96.23864	2694.105	2573.519	0.58	2.474
100.2486	2694.105	2569.509	0.579	2.528
104.2585	2694.105	2565.499	0.579	2.563
108.2685	2694.105	2561.489	0.579	2.58
112.2784	2694.105	2557.479	0.579	2.588
116.2883	2694.105	2553.469	0.578	2.596
120.2983	2694.105	2549.459	0.57	2.674

Tabel 4.33 Potongan Memanjang Pemodelan 5

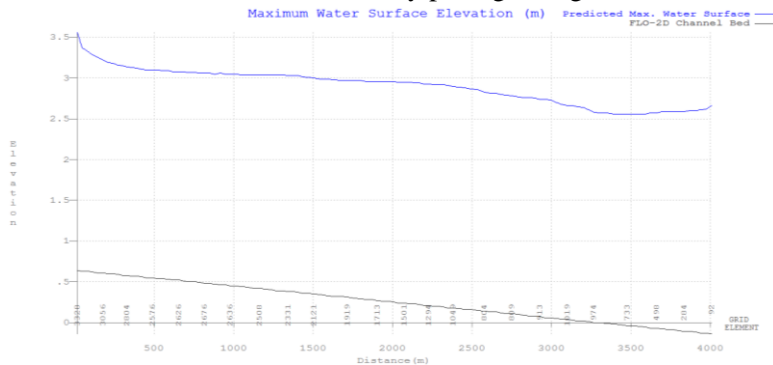
Distance	X	Y	Flow Depth	Surface Elevation
0	2694.094	2669.53	0.462	2.492
0.9994629	2695.093	2669.53	0.461	2.495
1.998926	2696.093	2669.53	0.46	2.498
2.998389	2697.092	2669.53	0.459	2.501
3.997852	2698.092	2669.53	0.458	2.504
4.997314	2699.091	2669.53	0.457	2.507
5.996778	2700.091	2669.53	0.456	2.509
6.996241	2701.09	2669.53	0.455	2.512
7.995704	2702.089	2669.53	0.453	2.514
8.995167	2703.089	2669.53	0.452	2.516
9.99463	2704.088	2669.53	0.451	2.518
10.99409	2705.088	2669.53	0.449	2.519
11.99356	2706.087	2669.53	0.448	2.52
12.99302	2707.087	2669.53	0.446	2.522
13.99248	2708.086	2669.53	0.444	2.522
14.99195	2709.086	2669.53	0.443	2.523
15.99141	2710.085	2669.53	0.441	2.523
16.99087	2711.085	2669.53	0.439	2.523
17.99033	2712.084	2669.53	0.437	2.523
18.9898	2713.083	2669.53	0.435	2.523
19.98926	2714.083	2669.53	0.433	2.523
20.98872	2715.083	2669.53	0.431	2.522
21.98818	2716.082	2669.53	0.428	2.522
22.98764	2717.081	2669.53	0.426	2.522
23.98711	2718.081	2669.53	0.424	2.522
24.98657	2719.08	2669.53	0.422	2.522
25.98603	2720.08	2669.53	0.419	2.522
26.98549	2721.079	2669.53	0.417	2.522
27.98495	2722.079	2669.53	0.415	2.523
28.98442	2723.078	2669.53	0.412	2.524
29.98388	2724.078	2669.53	0.41	2.525

Tabel 4.32 menunjukkan kedalaman maksimum genangan (*flow depth*) potongan melintang pada jarak 32 – 96 m adalah 0.59 m dan 0.58 m. Penjelasan mengenai nilai *surface elevation* potongan melintang dan memanjang, telah dibahas dalam sub-bab 4.4.2.1. Tabel 4.33 menunjukkan kedalaman maksimum genangan (*flow depth*) potongan memanjang pada jarak 0 – 29 m adalah 0.462 meter. Jika ingin melihat lebih detail potongan memanjang hubungan *channel bed* dan *water surface*, buka aplikasi PROFILES.

PROFILES sebagai post-processor program

Klik *view profiles*, pilih *Maximum Water Surface* seperti yang telah dibahas dalam sub-bab 4.4.2.1, klik OK, untuk *plotting* elevasi *channel bed* dan elevasi *maximum water surface* (gambar 4.123). Kemudian, akan muncul grafik hubungan jarak/*distance* (untuk sumbu x) dan elevasi dalam meter (untuk sumbu y).

Penjelasan mengenai grafik dasar saluran (gambar 4.123) dapat dilihat pada sub-bab 4.3.2 halaman 73. Klik *Save*, ikuti langkah yang telah dijelaskan dalam sub-bab 4.4.2.1. Buka *file* CHANSTAWS.OUT (tabel 4.34) dalam folder pemodelan 5 untuk melihat nilai dari koordinat x dan y pada grafik gambar 4.123.



Gambar 4.123 Grafik *Channel Bed* dan *Maximum Water Surface Elevation* Pemodelan 5

Tabel 4.34 CHANSTAWS.OUT Pemodelan 5

CHANNEL	X-COORD	Y-COORD	DISTANCE FT OR M	DISTANCE MI OR KM	BED ELEVATION	MAX WATER SURFACE ELEVATION
3328	4418.96	1394.65	15.00	0.015	0.64	3.56
3269	4388.96	1394.65	45.00	0.045	0.63	3.37
3214	4358.96	1394.65	75.00	0.075	0.63	3.33
3160	4328.96	1394.65	108.10	0.108	0.62	3.28
3107	4298.96	1364.65	144.32	0.144	0.61	3.25
3056	4268.96	1364.65	177.42	0.177	0.61	3.22
3006	4238.96	1364.65	207.42	0.207	0.60	3.19
2955	4208.96	1364.65	237.42	0.237	0.60	3.18
2904	4178.96	1364.65	267.42	0.267	0.59	3.16
2853	4148.96	1364.65	297.42	0.297	0.58	3.15
2804	4118.96	1364.65	327.42	0.327	0.58	3.14
2757	4088.96	1364.65	357.42	0.357	0.57	3.13
2711	4058.96	1364.65	387.42	0.387	0.57	3.12
2665	4028.96	1364.65	417.42	0.417	0.56	3.11
2620	3998.96	1364.65	450.52	0.451	0.55	3.10
2576	3968.96	1394.65	486.73	0.487	0.55	3.10
2577	3968.96	1424.65	519.84	0.520	0.54	3.10
2578	3968.96	1454.65	549.84	0.550	0.54	3.09
2579	3968.96	1484.65	582.94	0.583	0.53	3.09
2625	3998.96	1514.65	619.15	0.619	0.52	3.08
2626	3998.96	1544.65	652.26	0.652	0.52	3.08
2627	3998.96	1574.65	682.26	0.682	0.51	3.08
2628	3998.96	1604.65	712.26	0.712	0.50	3.07
2629	3998.96	1634.65	745.36	0.745	0.50	3.07
2675	4028.96	1664.65	781.57	0.782	0.49	3.06
2676	4028.96	1694.65	814.68	0.815	0.48	3.06
2677	4028.96	1724.65	844.68	0.845	0.48	3.06
2678	4028.96	1754.65	877.78	0.878	0.47	3.05
2634	3998.96	1784.65	913.99	0.914	0.46	3.06
2635	3998.96	1814.65	947.10	0.947	0.46	3.05
2636	3998.96	1844.65	977.10	0.977	0.45	3.05
2637	3998.96	1874.65	1010.20	1.010	0.45	3.05
2593	3968.96	1904.65	1049.52	1.050	0.44	3.04
2550	3938.96	1934.65	1088.84	1.089	0.43	3.04
2551	3938.96	1964.65	1125.05	1.125	0.42	3.04
2508	3908.96	1994.65	1161.26	1.161	0.42	3.04
2509	3908.96	2024.65	1197.47	1.197	0.41	3.04
2465	3878.96	2054.65	1233.68	1.234	0.40	3.04
2419	3848.96	2054.65	1269.89	1.270	0.39	3.04
2375	3818.96	2084.65	1306.10	1.306	0.39	3.04
2331	3788.96	2084.65	1339.21	1.339	0.38	3.03
2287	3758.96	2084.65	1369.21	1.369	0.38	3.03
2245	3728.96	2084.65	1399.21	1.399	0.37	3.03
2203	3698.96	2084.65	1429.21	1.429	0.36	3.02
2162	3668.96	2084.65	1462.31	1.462	0.36	3.01
2121	3638.96	2054.65	1501.63	1.502	0.35	3.00
2081	3608.96	2024.65	1544.06	1.544	0.34	2.99
2041	3578.96	1994.65	1586.49	1.586	0.33	2.99
2000	3548.96	1964.65	1628.92	1.629	0.32	2.98
1959	3518.96	1934.65	1671.35	1.671	0.32	2.97
1919	3488.96	1904.65	1713.78	1.714	0.31	2.97
1879	3458.96	1874.65	1756.21	1.756	0.30	2.97
1838	3428.96	1844.65	1795.53	1.796	0.29	2.97
1796	3398.96	1814.65	1831.74	1.832	0.28	2.96
1754	3368.96	1814.65	1867.95	1.868	0.28	2.96
1713	3338.96	1814.65	1904.16	1.904	0.27	2.96
1670	3308.96	1784.65	1940.37	1.940	0.26	2.96
1628	3278.96	1784.65	1973.48	1.973	0.26	2.96
1586	3248.96	1784.65	2003.48	2.003	0.25	2.96
1544	3218.96	1784.65	2036.58	2.037	0.24	2.95
1501	3188.96	1754.65	2072.79	2.073	0.24	2.95
1460	3158.96	1754.65	2105.90	2.106	0.23	2.95
1420	3128.96	1754.65	2135.90	2.136	0.23	2.94
1379	3098.96	1754.65	2165.90	2.166	0.22	2.94
1337	3068.96	1754.65	2195.90	2.196	0.21	2.93
1294	3038.96	1754.65	2225.90	2.226	0.21	2.93
1247	3008.96	1754.65	2255.90	2.256	0.20	2.92
1199	2978.96	1754.65	2285.90	2.286	0.20	2.92
1149	2948.96	1754.65	2315.90	2.316	0.19	2.92
1099	2918.96	1754.65	2345.90	2.346	0.18	2.91
1049	2888.96	1754.65	2379.00	2.379	0.18	2.90
1001	2858.96	1784.65	2415.21	2.415	0.17	2.89

Lanjutan Tabel 4.34 CHANSTAWS.OUT Pemodelan 5

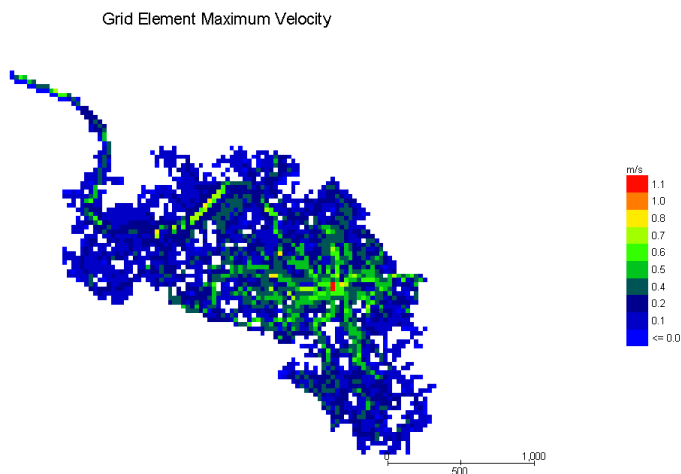
951	2828.96	1784.65	2451.42	2.451	0.16	2.88
901	2798.96	1814.65	2490.74	2.491	0.16	2.87
852	2768.96	1844.65	2533.17	2.533	0.15	2.86
804	2738.96	1874.65	2575.60	2.576	0.14	2.83
757	2708.96	1904.65	2614.92	2.615	0.13	2.81
758	2708.96	1934.65	2648.03	2.648	0.13	2.81
759	2708.96	1964.65	2678.03	2.678	0.12	2.80
760	2708.96	1994.65	2711.13	2.711	0.11	2.79
809	2738.96	2024.65	2750.45	2.750	0.11	2.78
859	2768.96	2054.65	2789.77	2.790	0.10	2.77
860	2768.96	2084.65	2825.98	2.826	0.09	2.76
911	2798.96	2114.65	2862.19	2.862	0.08	2.76
912	2798.96	2144.65	2895.30	2.895	0.08	2.75
913	2798.96	2174.65	2925.30	2.925	0.07	2.74
914	2798.96	2204.65	2958.40	2.958	0.06	2.74
966	2828.96	2234.65	2994.61	2.995	0.06	2.73
967	2828.96	2264.65	3027.72	3.028	0.05	2.70
968	2828.96	2294.65	3060.82	3.061	0.04	2.68
1019	2858.96	2324.65	3097.03	3.097	0.04	2.66
1020	2858.96	2354.65	3130.14	3.130	0.03	2.66
1021	2858.96	2384.65	3163.24	3.163	0.02	2.65
972	2828.96	2414.65	3199.45	3.199	0.02	2.64
973	2828.96	2444.65	3232.56	3.233	0.01	2.61
974	2828.96	2474.65	3265.66	3.266	0.00	2.58
924	2798.96	2504.65	3304.98	3.305	0.00	2.57
875	2768.96	2534.65	3347.41	3.347	-0.01	2.57
827	2738.96	2564.65	3389.84	3.390	-0.02	2.56
780	2708.96	2594.65	3432.27	3.432	-0.03	2.56
733	2678.96	2624.65	3474.70	3.475	-0.04	2.56
685	2648.96	2654.65	3517.13	3.517	-0.04	2.56
638	2618.96	2684.65	3556.45	3.556	-0.05	2.56
590	2588.96	2684.65	3589.56	3.590	-0.06	2.56
543	2558.96	2684.65	3622.66	3.623	-0.07	2.57
498	2528.96	2714.65	3658.87	3.659	-0.07	2.57
454	2498.96	2714.65	3695.08	3.695	-0.08	2.59
412	2468.96	2744.65	3731.29	3.731	-0.09	2.59
369	2438.96	2744.65	3764.40	3.764	-0.09	2.59
326	2408.96	2744.65	3797.50	3.798	-0.10	2.59
284	2378.96	2774.65	3833.71	3.834	-0.11	2.59
243	2348.96	2774.65	3869.92	3.870	-0.11	2.60
203	2318.96	2804.65	3906.13	3.906	-0.12	2.60
162	2288.96	2804.65	3939.24	3.939	-0.13	2.61
122	2258.96	2804.65	3972.34	3.972	-0.13	2.62
92	2228.96	2834.65	4005.45	4.005	-0.14	2.66

Tabel 4.34 menunjukkan nilai *maximum water surface elevation* dan *channel bed* pada tiap elemen *grid channel*. Untuk mendapatkan nilai kedalaman aliran (*surface elevation + flow depth*/genangan seperti gambar 4.122), kurangkan nilai pada kolom *max water surface elevation* dengan kolom *bed elevation*. Misalkan pada elemen *grid* hulu saluran nomer 3328, kedalaman aliran *channel* = $3.56 - (0.64) = 2.92$ meter. Dari hasil perhitungan kedalaman aliran *channel* dalam excel, didapatkan kedalaman aliran *channel* maksimum berada pada *channel* hulu, yakni *channel* nomer 3328 dengan nilai 2.92 meter. Berdasarkan bentuk grafik pada gambar 4.123 dan tabel 4.34, hulu (*grid* nomer 3328) memiliki kedalaman aliran yang melebihi kedalaman aliran daerah hilir yakni 2.92 meter, mengakibatkan *floodplain* daerah hulu banyak terjadi genangan (lihat gambar 4.119), tidak merata seperti

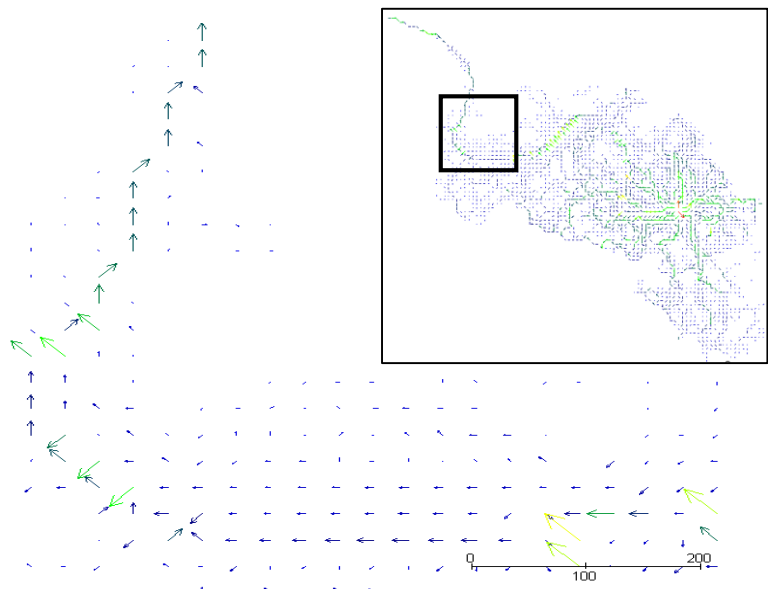
halnya simulasi 2 dan 3 (lihat gambar 4.83 dan 4.97). Hal tersebut dikarenakan adanya *boundary* elevasi hulu dan hilir, dengan debit yang tinggi pada daerah hulu dan ditambah pengaruh pasang surut.

4.4.5.2 Plot Maximum Velocity

Hasil plot *maximum velocity* untuk *floodplain* dapat dilihat pada gambar 4.124. Sedangkan, arah aliran dapat dilihat pada gambar 4.125. Dilihat dari gambar 4.125, arah aliran hasil permodelan 5 sesuai dengan yang diinginkan, yakni mengarah menuju Sungai Guring dan bermuara menuju elemen *outflow* yakni, Sungai Martapura. Hasil *plot maximum velocity* untuk *channel* dapat dilihat pada gambar 4.126. Nilai dari kecepatan maksimum tiap grid elemen *channel* dapat dilihat pada *file* VELTIMEC.OUT (tabel 4.35) dalam folder hasil simulasi pemodelan 5.

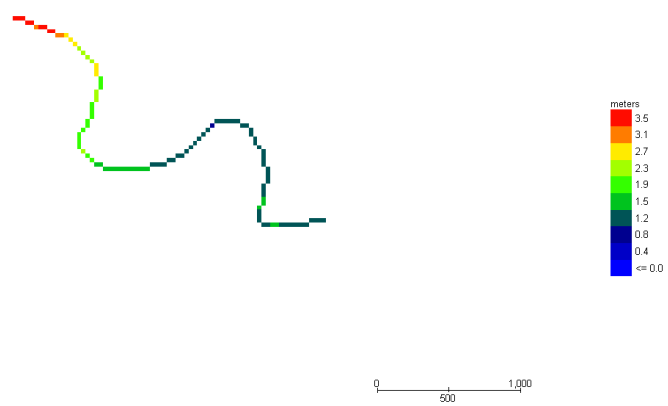


Gambar 4.124 *Grid Element Maximum Velocity Floodplain*
Pemodelan 5



Gambar 4.125 *Grid Element Maximum Velocity Floodplain*
Pemodelan 5

Grid Element Max Channel Flow Velocity



Gambar 4.126 *Grid Element Max Channel Flow Velocity*
Pemodelan 5

Tabel 4.35 VELTIMEC.OUT Pemodelan 5

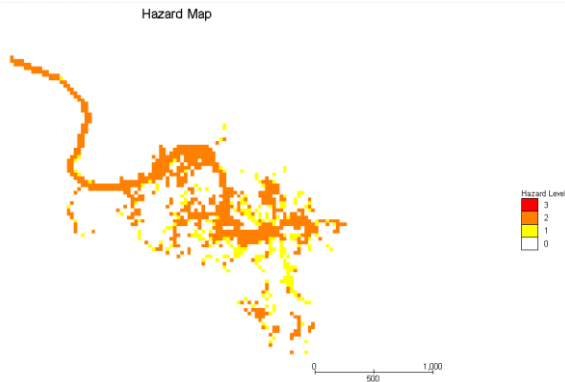
MAXIMUM CHANNEL VELOCITY LIST IN DESCENDING ORDER

NODE	MAXIMUM VELOCITY (FPS OR MPS)	TIME OF OCCURRENCE (HRS)	NODE	MAXIMUM VELOCITY (FPS OR MPS)	TIME OF OCCURRENCE (HRS)
369	3.48	0.03	760	1.68	0.19
162	3.46	0.01	914	1.64	0.14
454	3.43	0.04	913	1.62	0.15
203	3.40	0.02	912	1.62	0.15
243	3.32	0.02	901	1.58	0.23
498	3.32	0.04	860	1.57	0.17
284	3.19	0.02	911	1.56	0.16
122	3.15	0.01	859	1.56	0.18
412	3.15	0.03	951	1.53	0.24
543	3.04	0.04	1099	1.51	0.26
326	2.96	0.03	1001	1.51	0.25
590	2.81	0.05	1049	1.50	0.25
973	2.70	0.10	1294	1.43	0.29
638	2.69	0.05	1420	1.40	0.31
974	2.60	0.09	1149	1.37	0.27
685	2.48	0.06	1460	1.36	0.32
972	2.40	0.10	1199	1.36	0.28
733	2.38	0.06	1379	1.36	0.30
780	2.31	0.07	1337	1.33	0.30
875	2.28	0.08	1247	1.28	0.28
967	2.27	0.13	2711	1.24	0.21
827	2.24	0.08	1501	1.23	0.33
968	2.15	0.12	2579	1.20	0.21
966	2.11	0.13	2626	1.19	0.23
804	2.10	0.22	2757	1.18	0.21
924	2.09	0.09	2625	1.17	0.22
852	1.86	0.22	2551	1.16	0.38
1020	1.86	0.11	2578	1.15	0.20
1021	1.83	0.11	2508	1.15	0.39
1019	1.76	0.12	2636	1.14	0.33
809	1.73	0.19	2665	1.14	0.21
758	1.71	0.20	3160	1.14	0.20
757	1.69	0.21	2804	1.14	0.21
759	1.68	0.20	2637	1.14	0.35
2509	1.14	0.40	2675	1.05	0.27
2550	1.13	0.37	2620	1.05	0.48
2628	1.13	0.25	1919	1.05	0.45
3214	1.13	0.19	2419	1.05	0.43
2465	1.12	0.41	1959	1.04	0.46
2000	1.12	0.47	2331	1.03	0.52
2593	1.12	0.36	2375	1.02	0.44
2577	1.11	0.19	2287	0.99	0.46
2627	1.11	0.24	2081	0.91	0.50
2853	1.11	0.21	2245	0.88	0.47
3269	1.11	0.19	2203	0.88	0.48
3107	1.11	0.20	2162	0.81	0.50
2635	1.10	0.32	2121	0.65	0.51
2629	1.10	0.26	92	0.00	0.00
1628	1.10	0.36			
2904	1.09	0.20			
1796	1.09	0.41			
2041	1.09	0.49			
1838	1.09	0.42			
1586	1.09	0.35			
2676	1.09	0.28			
2678	1.08	0.30			
2955	1.08	0.20			
2677	1.08	0.29			
3006	1.07	0.20			
3328	1.07	0.19			
2634	1.07	0.31			
3056	1.07	0.20			
1670	1.06	0.37			
1713	1.06	0.38			
1754	1.06	0.39			
2576	1.06	0.19			
1879	1.06	0.43			
1544	1.05	0.34			

Tabel 4.35 menunjukkan bahwa kecepatan maksimum *channel* adalah 3.48 m/s pada elemen *grid* nomer 369 dan kecepatan minimum *channel* adalah 0 pada elemen *grid* hilir nomer 92.

4.4.5.3 Hazard Map

Untuk menampilkan *Hazard Map*, ikuti cara yang telah dibahas dalam sub-bab 4.4.1.3, beserta penjelasannya. Adapun *Hazard Map* yang dihasilkan dari pemodelan 5 disajikan dalam gambar 4.127.



Gambar 4.127 *Hazard Map Pemodelan 5*

4.4.6 Perbandingan Hasil Alternatif Pemodelan

Dari berbagai simulasi pemodelan yang telah dilakukan, dapat ditarik poin-poin penting dalam setiap pemodelan, yang akan dijelaskan sebagai berikut:

Pemodelan 1

Data *input* : Data topografi (elevasi permukaan tanah asli/kontur) dan data hujan

Simulasi pemodelan : *Simulation time* = 6 jam

Hasil terkait kedalaman genangan :

1. Peta genangan dihasilkan dari simulasi aliran permukaan bebas saja.
2. Hasil simulasi menunjukkan, daerah hilir sungai merupakan kawasan paling tergenang dengan sebagian besar kedalaman genangan berkisar antara 0 – 1 meter (dapat dilihat melalui skala warna pada *plot final floodplain flow depth*).

Hasil terkait kecepatan dan arah aliran genangan : sebagian besar kecepatan tertinggi berada pada kawasan hilir dengan nilai 0 – 0.6 m/s. Sedangkan arah aliran normal, semua menuju ke arah elemen *outflow*/hilir sungai.

Hasil terkait *hazard map* : resiko bahaya akan terjadinya genangan sebagian besar berada pada kawasan hilir dan dekat dengan wilayah bantaran sungai. Maksimum *hazard level* = 2.

Pemodelan 2

Data *input* : Data topografi, data hujan, dan data hidrolika (penampang sungai)

Simulasi pemodelan : *Simulation time* = 6 jam

Hasil terkait kedalaman genangan :

1. Peta genangan dihasilkan dari simulasi aliran permukaan bebas dan aliran saluran.

2. Hasil simulasi menunjukkan, sebaran genangan merata dengan sebagian besar kedalaman berkisar antara 0 – 0.5 meter (dapat dilihat melalui skala warna pada *plot final floodplain flow depth*).

Hasil terkait kecepatan dan arah aliran genangan : sebagian besar kecepatan tertinggi berada pada kawasan hilir dengan nilai 0 – 0.3 m/s, namun ada beberapa titik *floodplain* yang memiliki kecepatan 0.7 m/s. Kecepatan maksimum aliran dalam sungai = 1.5 m/s pada bagian sungai dekat hilir/muara. Sedangkan arah aliran normal, semua menuju ke arah elemen *outflow*/hilir sungai.

Hasil terkait *hazard map* : resiko bahaya akan terjadinya genangan tersebar rata, namun tidak begitu banyak sebaran titik-titik bahaya genangan. Maksimum *hazard level* = 2.

Pemodelan 3

Data *input* : Data topografi, data hujan, data hidrolika (penampang sungai), dan data pasang surut sungai Martapura

Simulasi pemodelan : *Simulation time* = 6 jam

Hasil terkait kedalaman genangan :

1. Peta genangan dihasilkan dari simulasi aliran permukaan bebas dan aliran saluran.

2. Hasil simulasi menunjukkan, daerah hilir sungai merupakan kawasan paling tergenang dengan sebagian besar kedalaman genangan berkisar antara 0 – 0.9 meter (dapat dilihat melalui skala warna pada *plot final floodplain flow depth*).

Hasil terkait kecepatan dan arah aliran genangan : sebagian besar kecepatan tertinggi berada pada kawasan hilir dengan nilai 0 – 0.4 m/s, namun ada beberapa titik *floodplain* yang memiliki kecepatan 0.7 m/s. Kecepatan maksimum aliran dalam sungai = 3.5 m/s pada bagian hilir/muara. Sedangkan arah aliran normal, semua menuju ke arah elemen *outflow*/hilir sungai.

Hasil terkait *hazard map* : resiko bahaya akan terjadinya genangan sebagian besar berada pada kawasan hilir dan dekat dengan wilayah bantaran sungai. Maksimum *hazard level* = 2.

Pemodelan 4

Data *input* : Data topografi, *inflow hydrograph* (yang didapatkan dari hasil analisis data hujan), dan data hidrolika (penampang sungai).

Simulasi pemodelan : *Simulation time* = 6 jam

Hasil terkait kedalaman genangan :

1. Peta genangan dihasilkan dari simulasi aliran permukaan bebas dan aliran saluran.

2. Hasil simulasi menunjukkan, genangan terkonsentrasi pada daerah hulu, baik saluran maupun *floodplain*, dengan kedalaman 0 – 0.8 meter. Meskipun begitu, daerah hilir sungai tetap menjadi kawasan genangan terdalam dengan nilai 0.8 – 1 meter dan berada pada daerah saluran (dapat dilihat melalui skala warna pada *plot final floodplain flow depth*).

Hasil terkait kecepatan dan arah aliran genangan : sebagian besar kecepatan tertinggi berada pada kawasan hilir dengan nilai 0 – 0.7 m/s, namun ada beberapa titik *floodplain* yang memiliki kecepatan mencapai 1 m/s. Kecepatan maksimum aliran dalam sungai = 1.4 m/s pada bagian daerah hulu. Sedangkan arah aliran normal, semua menuju ke arah elemen *outflow*/hilir sungai.

Hasil terkait *hazard map* : resiko bahaya akan terjadinya genangan sebagian besar berada pada *floodplain* kawasan hulu dan sepanjang wilayah bantaran sungai dari hulu ke hilir. Maksimum *hazard level* = 2.

Pemodelan 5

Data *input* : Data topografi, hidrograf *inflow*, data hidrolika (penampang sungai), dan data pasang surut sungai Martapura

Simulasi pemodelan : *Simulation time* = 6 jam

Hasil terkait kedalaman genangan :

1. Peta genangan dihasilkan dari simulasi aliran permukaan bebas dan aliran saluran.
2. Hasil simulasi menunjukkan, genangan terkonsentrasi pada daerah hulu, baik saluran maupun *floodplain*, dengan sebagian besar kedalaman berkisar antara 0.4 – 0.8 meter. (dapat dilihat melalui skala warna pada *plot final floodplain flow depth*).

Hasil terkait kecepatan dan arah aliran genangan : sebagian besar kecepatan tertinggi berada pada kawasan hilir dengan nilai 0 – 0.7 m/s, namun ada beberapa titik *floodplain* yang memiliki kecepatan mencapai 1.1 m/s. Kecepatan maksimum aliran dalam sungai = 3.5 m/s pada bagian hilir/muara. Sedangkan arah aliran normal, semua menuju ke arah elemen *outflow*/hilir sungai.

Hasil terkait *hazard map* : resiko bahaya akan terjadinya genangan sebagian besar berada pada *floodplain* kawasan hulu, dengan sebaran titik-titik resiko genangan yang lebih banyak, dan sepanjang wilayah bantaran sungai dari hulu ke hilir. Maksimum *hazard level* = 2.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari uraian laporan tugas akhir tersebut, dapat ditarik kesimpulan (untuk menjawab perumusan masalah yang diberikan pada bab pendahuluan), yakni:

1. Pendekatan pemodelan aliran 2D dalam software Flo-2D adalah menggabungkan langkah-langkah berikut:
 - DAS dimodelkan dengan membagi wilayahnya menjadi *grid-grid*, yang ukurannya sesuai kebutuhan (umumnya 5-100 meter), berfungsi sebagai *computational domain* dan berisi informasi nomer *grid*, elevasi dari peta topografi DAS serta nilai kekasaran (*n-manning*). Rata-rata geometri, kekasaran, dan kemiringan aliran antara dua elemen *grid* tersebut dihitung.
 - Kedalaman aliran dx , untuk menghitung kecepatan melintasi batas *grid* untuk *timestep* berikutnya ($i + 1$), adalah diperkirakan dari *timestep* sebelumnya i , menggunakan estimasi linear (rata-rata kedalaman antara dua elemen)
 - Debit Q yang melintasi batas *grid* dihitung dengan mengalikan kecepatan dengan daerah aliran pada potongan melintang. Kenaikan debit untuk *timestep* di delapan arah aliran (hulu dan hilir elemen *channel*) dijumlahkan dan perubahan volume (debit net x *timestep*) didistribusikan ke area penyimpanan yang tersedia dalam *grid* atau saluran elemen untuk menentukan peningkatan kedalaman aliran.
 - Kriteria stabilitas numerik diperiksa untuk kedalaman aliran elemen *grid* baru. Jika salah satu kriteria stabilitas terlampaui, waktu simulasi di *reset* ke

simulasi waktu sebelumnya, kenaikan *timestep* akan berkurang, semua perhitungan *timestep* sebelumnya dibuang dan kecepatan perhitungan dimulai lagi.

- Simulasi berlangsung dengan meningkatnya *timesteps* sampai kriteria stabilitas terlampaui.
2. Ada 5 pemodelan yang dapat dilakukan menggunakan data yang diperoleh (peta topografi dalam format .DXF, curah hujan, pasang surut, dan penampang sungai), yakni:
- Pemodelan menggunakan data hujan (pemodelan 1)
 - Pemodelan menggunakan data hujan, penampang saluran, dan tanpa data pasang surut (pemodelan 2)
 - Pemodelan menggunakan data hujan, penampang saluran, dan dengan data pasang surut (pemodelan 3)
 - Pemodelan menggunakan hidrograf *inflow*, penampang saluran, dan tanpa data pasang surut (pemodelan 4)
 - Pemodelan menggunakan hidrograf *inflow*, penampang saluran, dan dengan data pasang surut (pemodelan 5)
3. Perbandingan hasil yang didapatkan pada suatu titik yakni, pada nomer elemen *grid* 779 – 782 dari kelima pemodelan menunjukkan bahwa, pada pemodelan 3 menghasilkan kedalaman maksimum genangan paling tinggi dengan nilai 0.86 meter pada potongan melintang. Selain itu, pemodelan 3 merupakan pemodelan yang paling cocok dijadikan acuan sebagai peta genangan DAS Guring karena menghasilkan *plot grid element maximum flow velocity* dan bentuk grafik *maximum water surface elevation* yang realistis dengan menggambarkan adanya pengaruh pasang surut dan tidak adanya pengaruh batasan/*boundary* hulu (yang memiliki debit *inflow* tinggi sehingga

menghasilkan genangan pada *floodplain* terkonsentrasi di daerah hulu) dan hilir. Namun secara keseluruhan, kedalaman maksimum genangan berada pada saluran/*channel*.

4. Hasil pemodelan 2D yang dapat ditampilkan terkait peta genangan adalah sebagai berikut:
Plot maximum flow depth atau *plot final floodplain flow depth*: untuk menampilkan daerah kedalaman maksimum genangan. Sedangkan, untuk mengetahui kedalaman maksimum aliran pada saluran dan dataran banjir, dapat dilihat dari hasil *plotting max combined channel and floodplain flow depth*. Detail dari kedalaman aliran suatu titik dalam DAS Guring dapat dilihat melalui grafik hasil *plotting flow depth profile*.
Plot maximum velocity : untuk menampilkan dan mendapatkan hasil kecepatan dan arah aliran pada *floodplain* dan *channel*.
Hazard map : menampilkan resiko terjadinya genangan, yang ditandai dengan perbedaan warna bahaya tingkat tinggi/level 1 (merah), menengah/level 2 (oranye) dan tingkat rendah/level 3 (kuning)

5.2 Saran

Berdasarkan hasil studi dan analisa *software* Flo-2D pada tugas akhir ini, dapat disarankan:

1. Perlu adanya penambahan pemodelan dengan *input* data *soil shape* dan *land use* agar hasil pemodelan jauh lebih mendekati pada kondisi *real* di lapangan.
2. Perlu adanya analisis lebih lanjut terkait penyelesaian dari masalah *surging* dan konservasi volume, baik dari segi perubahan dimensi *channel*, nilai *n-manning*, maupun angka Courant.
3. Perlu data pengukuran lapangan untuk kalibrasi model

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

FLO-2D Software, Inc. 2009. **Data Input Manual**

FLO-2D Software, Inc. 2009. **GDS Manual**

FLO-2D Software, Inc. 2009. **Mapper Manual**

FLO-2D Software, Inc 2009. **Reference Manual Book**

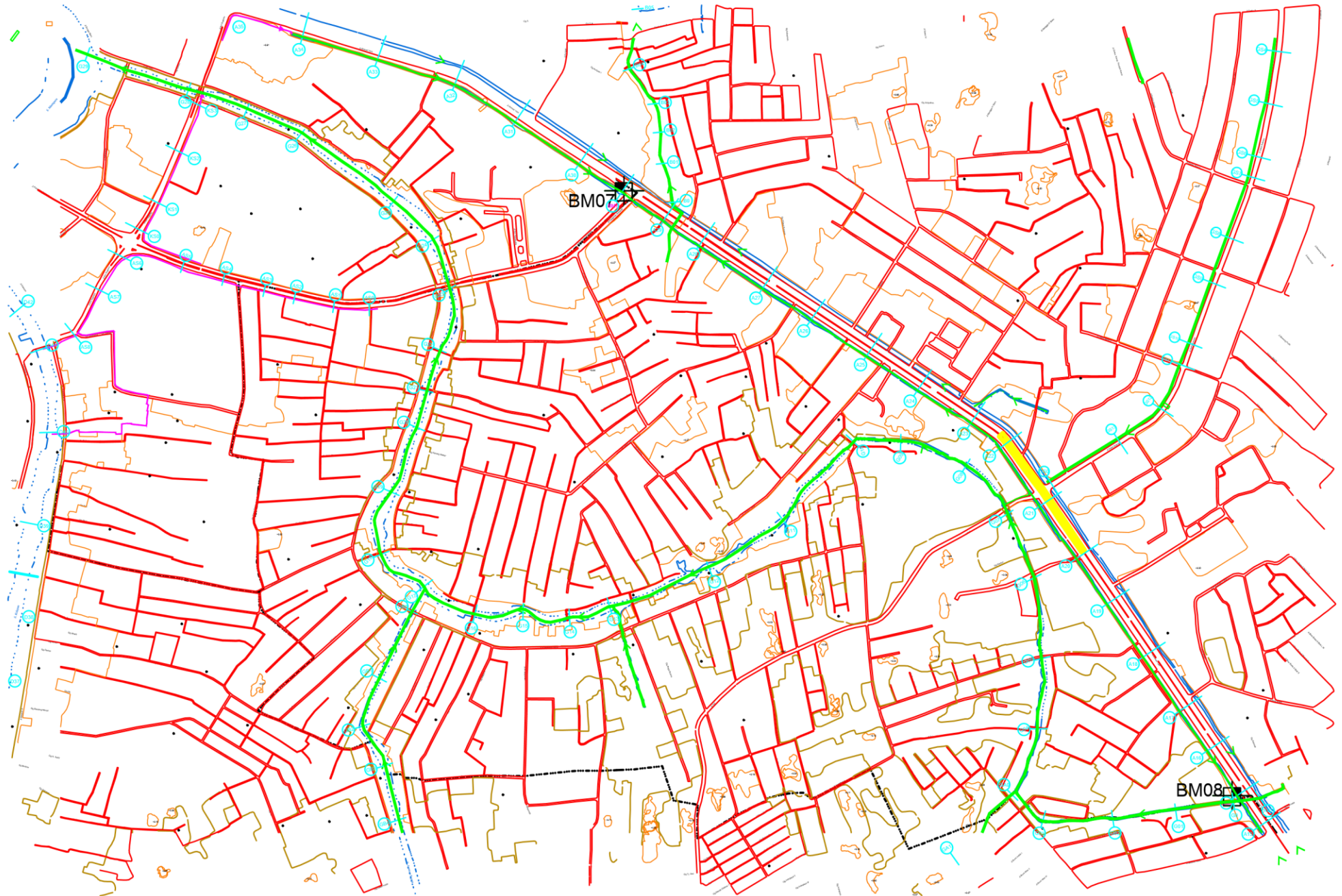
Mamdouh Shahin, H.J.L Van Oorschot, S.J De Lange. 1993. **Statistical Analysis in Water Resources Engineering**, Rotterdam: Balkema Publishers

Soewarno. 1995. **Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data**, Bandung: NOVA.

Sri Harto Br. 1993. **Analisis Hidrologi**, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama

Triatmodjo, Bambang. 1999. **Teknik Pantai**. Yogyakarta: Beta Offset.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



LAMPIRAN 2: SUMMARY.OUT PEMODELAN 1

NEGATIVE VOLUME CONSERVATION (CUBIC METERS)
INDICATES EXCESS VOLUME (OUTFLOW + STORAGE > INFLOW)

SIMULATION TIME (HOURS)	AVERAGE TIMESTEP (SECONDS)	VOLUME CONSERVATION (CU METERS)	PERCENT OF INFLOW
----------------------------	-------------------------------	------------------------------------	-------------------

SUMMARY.OUT FILE
CREATED WITH BASIC VERSION: 2009.06 BUILD NO. 09b-12.10.11

0.500	22.518	0.000000	0.000000
1.000	30.000	0.000000	0.000000
1.500	30.000	0.000000	0.000000
2.000	30.000	0.000000	0.000000
2.500	30.000	0.000000	0.000000
3.000	30.000	0.000001	0.000000
3.500	30.000	0.000000	0.000000
4.000	30.000	-0.000001	0.000000
4.500	30.000	0.000000	0.000000
5.000	30.000	0.000001	0.000000
5.500	30.000	-0.000003	0.000000
6.000	0.128	0.000066	0.000000

=====

MASS BALANCE INFLOW - OUTFLOW VOLUME

=====

*** INFLOW (CU METERS) ***

TOTAL POINT RAINFALL: 197.9807 MM

WATER

RAINFALL VOLUME 806855.47

INFLOW HYDROGRAPH 0.00

INFLOW HYDROGRAPHS + RAINFALL 806855.47

```
=====
*** OUTFLOW (CU METERS) ***
```

```
RAINFALL INTERCEPTION      0.00 MM
```

```
OVERLAND FLOW
```

```
WATER
```

```
WATER LOST TO INTERCEPTION      0.00
```

```
FLOODPLAIN STORAGE            805741.19
```

```
FLOODPLAIN OUTFLOW HYDROGRAPH    1114.28
-----
```

```
FLOODPLAIN OUTFLOW, INTERCEPTION & STORAGE  806855.50
```

```
=====
*** TOTALS ***
```

```
TOTAL OUTFLOW FROM GRID SYSTEM    1114.28
```

```
TOTAL VOLUME OF OUTFLOW AND STORAGE  806855.50
```

```
SURFACE AREA OF INUNDATION REGARDLESS OF THE TIME OF OCCURRENCE:
(FOR FLOW DEPTHS GREATER THAN THE "TOL" VALUE TYPICALLY 0.1 FT OR 0.03 M)
```

```
THE MAXIMUM INUNDATED AREA IS:      4075875.00 SQ. METERS
```

```
=====

COMPUTER RUN TIME IS :  1.50289 HRS
THIS OUTPUT FILE WAS TERMINATED ON:  1/ 3/2017  AT:  12:18:54
```

LAMPIRAN 3: SUMMARY.OUT PEMODELAN 2

NEGATIVE VOLUME CONSERVATION (CUBIC METERS)
INDICATES EXCESS VOLUME (OUTFLOW + STORAGE > INFLOW)

SIMULATION TIME (HOURS)	AVERAGE TIMESTEP (SECONDS)	VOLUME CONSERVATION (CU METERS)	PERCENT OF INFLOW
----------------------------	-------------------------------	------------------------------------	-------------------

SUMMARY.OUT FILE
CREATED WITH BASIC VERSION: 2009.06 BUILD NO. 09b-12.10.11

0.500	0.216	78443.046875	44.136639
1.000	0.103	170802.734375	54.894466
1.500	0.121	217119.718750	56.448483
2.000	0.128	236212.984375	56.452267
2.500	0.135	236211.203125	55.121964
3.000	0.125	236207.484375	53.864746
3.500	0.138	236205.687500	52.233253
4.000	0.149	236205.843750	50.698067
4.500	0.158	236204.703125	48.823101
5.000	0.167	236202.859375	46.470512
5.500	0.190	236202.750000	43.239513
6.000	0.184	236202.765625	23.571909

=====

MASS BALANCE INFLOW - OUTFLOW VOLUME

=====

*** INFLOW (CU METERS) ***

TOTAL POINT RAINFALL: 153.7991 MM

WATER

RAINFALL VOLUME 613007.87

INFLOW HYDROGRAPH 389044.11

INFLOW HYDROGRAPHS + RAINFALL 1002051.98

=====	
=====	
*** OUTFLOW (CU METERS) ***	
RAINFALL INTERCEPTION	0.00 MM
OVERLAND FLOW	WATER
WATER LOST TO INTERCEPTION	0.00
FLOODPLAIN STORAGE	632992.09
FLOODPLAIN OUTFLOW HYDROGRAPH	24509.10

FLOODPLAIN OUTFLOW, INTERCEPTION & STORAGE	657501.19
CHANNEL FLOW	
CHANNEL STORAGE	102476.40
CHANNEL OUTFLOW	5871.62

CHANNEL OUTFLOW AND STORAGE	108348.02
=====	
=====	

*** TOTALS ***

TOTAL OUTFLOW FROM GRID SYSTEM	30380.72
--------------------------------	----------

TOTAL VOLUME OF OUTFLOW AND STORAGE	765849.19
-------------------------------------	-----------

SURFACE AREA OF INUNDATION REGARDLESS OF THE TIME OF OCCURRENCE:
(FOR FLOW DEPTHS GREATER THAN THE "TOL" VALUE TYPICALLY 0.1 FT OR 0.03 M)

THE MAXIMUM INUNDATED AREA IS: 3986919.50 SQ. METERS

THE MAXIMUM WETTED FLOODPLAIN AREA IS: 3945624.75 SQ. METERS

THE MAXIMUM WETTED CHANNEL AREA IS: 41294.85 SQ. METERS

=====

=====

COMPUTER RUN TIME IS : 2.28354 HRS

THIS OUTPUT FILE WAS TERMINATED ON: 1/ 8/2017 AT: 13:20:26

LAMPIRAN 4: SUMMARY.OUT PEMODELAN 3

NEGATIVE VOLUME CONSERVATION (CUBIC METERS)
INDICATES EXCESS VOLUME (OUTFLOW + STORAGE > INFLOW)

SIMULATION TIME (HOURS)	AVERAGE TIMESTEP (SECONDS)	VOLUME CONSERVATION (CU METERS)	PERCENT OF INFLOW
----------------------------	-------------------------------	------------------------------------	-------------------

SUMMARY.OUT FILE
CREATED WITH BASIC VERSION: 2009.06 BUILD NO. 09b-12.10.11

0.500	22.518	0.000000	0.000000
1.000	30.000	0.000000	0.000000
1.500	30.000	0.000000	0.000000
2.000	30.000	0.000000	0.000000
2.500	30.000	0.000000	0.000000
3.000	30.000	0.000000	0.000000
3.500	30.000	0.000000	0.000000
4.000	30.000	0.000000	0.000000
4.500	30.000	0.000000	0.000000
5.000	30.000	0.000000	0.000000
5.500	30.000	0.000000	0.000000
6.000	0.589	-0.004605	0.000001

MASS BALANCE INFLOW - OUTFLOW VOLUME

*** INFLOW (CU METERS) ***

TOTAL POINT RAINFALL: 197.9807 MM

WATER

RAINFALL VOLUME	789333.42
-----------------	-----------

INFLOW HYDROGRAPH 0.00

INFLOW HYDROGRAPHS + RAINFALL	789333.42
-------------------------------	-----------

=====	
=====	
*** OUTFLOW (CU METERS) ***	
RAINFALL INTERCEPTION	0.00 MM
OVERLAND FLOW	WATER
WATER LOST TO INTERCEPTION	0.00
FLOODPLAIN STORAGE	704467.92

FLOODPLAIN OUTFLOW, INTERCEPTION & STORAGE	704467.94
CHANNEL FLOW	
CHANNEL STORAGE	81518.17
CHANNEL OUTFLOW	3347.34

CHANNEL OUTFLOW AND STORAGE	84865.51
=====	
=====	

*** TOTALS ***

TOTAL OUTFLOW FROM GRID SYSTEM 0.00

TOTAL VOLUME OF OUTFLOW AND STORAGE 789333.44

SURFACE AREA OF INUNDATION REGARDLESS OF THE TIME OF OCCURRENCE:
(FOR FLOW DEPTHS GREATER THAN THE "TOL" VALUE TYPICALLY 0.1 FT OR 0.03 M)

THE MAXIMUM INUNDATED AREA IS: 3986919.50 SQ. METERS

THE MAXIMUM WETTED FLOODPLAIN AREA IS: 3945624.75 SQ. METERS

THE MAXIMUM WETTED CHANNEL AREA IS: 41294.85 SQ. METERS

=====

COMPUTER RUN TIME IS : 0.14551 HRS

THIS OUTPUT FILE WAS TERMINATED ON: 12/30/2016 AT: 17:40:29

LAMPIRAN 5: SUMMARY.OUT PEMODELAN 4

NEGATIVE VOLUME CONSERVATION (CUBIC METERS)
INDICATES EXCESS VOLUME (OUTFLOW + STORAGE > INFLOW)

SIMULATION TIME (HOURS)	AVERAGE TIMESTEP (SECONDS)	VOLUME CONSERVATION (CU METERS)	PERCENT OF INFLOW
----------------------------	-------------------------------	------------------------------------	-------------------

SUMMARY.OUT FILE
CREATED WITH BASIC VERSION: 2009.06 BUILD NO. 09b-12.10.11

0.500	0.842	0.000500	0.000003
1.000	0.168	0.003093	0.000002
1.500	0.126	0.024848	0.000009
2.000	0.101	-0.012293	0.000003
2.500	0.137	-0.114595	0.000025
3.000	0.140	-0.139269	0.000026
3.500	0.137	-0.116214	0.000019
4.000	0.159	-0.105839	0.000016
4.500	0.178	-0.101707	0.000015
5.000	0.185	-0.137512	0.000019
5.500	0.120	-0.068892	0.000009
6.000	0.108	-0.023974	0.000003

=====

MASS BALANCE INFLOW - OUTFLOW VOLUME

=====

*** INFLOW (CU METERS) ***

WATER

INFLOW HYDROGRAPH 756105.60

=====

*** OUTFLOW (CU METERS) ***

OVERLAND FLOW	WATER
FLOODPLAIN STORAGE	644724.02

FLOODPLAIN OUTFLOW AND STORAGE	644724.00
--------------------------------	-----------

CHANNEL FLOW	
CHANNEL STORAGE	111380.60
CHANNEL OUTFLOW	0.08

CHANNEL OUTFLOW AND STORAGE	111380.67
-----------------------------	-----------

=====

=====

*** TOTALS ***

TOTAL OUTFLOW FROM GRID SYSTEM	0.00
--------------------------------	------

TOTAL VOLUME OF OUTFLOW AND STORAGE	756104.69
-------------------------------------	-----------

SURFACE AREA OF INUNDATION REGARDLESS OF THE TIME OF OCCURRENCE:
(FOR FLOW DEPTHS GREATER THAN THE "TOL" VALUE TYPICALLY 0.1 FT OR 0.03 M)

THE MAXIMUM INUNDATED AREA IS: 2221121.00 SQ. METERS

THE MAXIMUM WETTED FLOODPLAIN AREA IS: 2179826.25 SQ. METERS

THE MAXIMUM WETTED CHANNEL AREA IS: 41294.85 SQ. METERS

=====

COMPUTER RUN TIME IS : 4.19629 HRS

THIS OUTPUT FILE WAS TERMINATED ON: 12/24/2016 AT: 17:57:48

LAMPIRAN 6: SUMMARY.OUT PEMODELAN 5

NEGATIVE VOLUME CONSERVATION (CUBIC METERS)
INDICATES EXCESS VOLUME (OUTFLOW + STORAGE > INFLOW)

SIMULATION TIME (HOURS)	AVERAGE TIMESTEP (SECONDS)	VOLUME CONSERVATION (CU METERS)	PERCENT OF INFLOW
----------------------------	-------------------------------	------------------------------------	-------------------

SUMMARY.OUT FILE
CREATED WITH BASIC VERSION: 2009.06 BUILD NO. 09b-12.10.11

0.500	0.145	103534.460938	48.030296
1.000	0.155	131170.984375	34.105198
1.500	0.111	157682.406250	28.082565
2.000	0.105	157729.406250	23.517553
2.500	0.155	157863.718750	20.832842
3.000	0.138	157890.062500	18.919674
3.500	0.123	157890.000000	17.555098
4.000	0.106	157889.531250	16.661587
4.500	0.166	157889.484375	16.086166
5.000	0.172	157889.484375	15.678724
5.500	0.165	157889.578125	15.381521
6.000	0.144	157889.750000	15.149244

=====

MASS BALANCE INFLOW - OUTFLOW VOLUME

=====

*** INFLOW (CU METERS) ***

WATER

INFLOW HYDROGRAPH 1077734.50

=====

=====

*** OUTFLOW (CU METERS) ***

OVERLAND FLOW	WATER
FLOODPLAIN STORAGE	702787.67
FLOODPLAIN OUTFLOW HYDROGRAPH	30555.21

FLOODPLAIN OUTFLOW AND STORAGE	733342.88

CHANNEL FLOW	
CHANNEL STORAGE	106560.38
CHANNEL OUTFLOW	79940.58

CHANNEL OUTFLOW AND STORAGE	186500.95

=====

*** TOTALS ***

TOTAL OUTFLOW FROM GRID SYSTEM	110495.78
TOTAL VOLUME OF OUTFLOW AND STORAGE	919843.81

SURFACE AREA OF INUNDATION REGARDLESS OF THE TIME OF OCCURRENCE:
(FOR FLOW DEPTHS GREATER THAN THE "TOL" VALUE TYPICALLY 0.1 FT OR 0.03 M)

THE MAXIMUM INUNDATED AREA IS: 2423620.75 SQ. METERS

THE MAXIMUM WETTED FLOODPLAIN AREA IS: 2382326.00 SQ. METERS

THE MAXIMUM WETTED CHANNEL AREA IS: 41294.85 SQ. METERS

=====

COMPUTER RUN TIME IS : 8.29395 HRS

THIS OUTPUT FILE WAS TERMINATED ON: 12/25/2016 AT: 2:18:18

BIODATA PENULIS



Devy Amalia.

Penulis dilahirkan di Surabaya, 17 Desember 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Setia Bakti (Surabaya), SD Hang Tuah XII (Surabaya), SMP Negeri 1 (Surabaya), SMA Negeri 2 (Surabaya). Setelah lulus dari SMAN 2 (Surabaya) tahun 2013, Penulis diterima di Jurusan S1 Teknik Sipil FTSP – Institut

Teknologi Sepuluh Nopember melalui jalur SNMPTN, dengan NRP 3113100043. DiJurusan Teknik Sipil ini, penulis mengambil bidang studi Hidroteknik. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan seminar nasional yang diselenggarakan oleh ITS. Selain itu, selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif dalam mengikuti berbagai macam lomba nasional ketekniksipilan, salah satunya Juara II Lomba *Geotechnical Engineering Competition* yang diselenggarakan Teknik Sipil ITS dan Juara Harapan 5 Lomba Desain *Breakwater* yang diselenggarakan Teknik Sipil Universitas Hasanuddin. Penulis berharap Tugas Akhir ini mampu dijadikan referensi dalam studi mengenai *software* Flo-2D selanjutnya. Apabila pembaca ingin berdiskusi dengan penulis, dapat melalui e-mail: devyamalia17@gmail.com.